Entwicklung und Erprobung eines dynamischen Bißnahmeverfahrens

Robert Sturtzkopf

1983

Aus der Poliklinik fur Zahnärztliche Prothetik
der Universität München

Direktor: Prof. Dr. Ewald Kraft

Entwicklung und Erprobung eines dynamischen Bißnahmeverfahrens

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
in der Zahnheilkunde
an der
Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Robert Sturtzkopf
aus München
1983

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Kraft
Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 24. Feb. 1983

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
I	Einleitung und Problemstellung	4
II	Gedankliche Entwicklung und Beschreibung des Bißnahmeverfahrens	5
III	Klinische Erprobung des Verfahrens	
	1 Versuchsbeschreibung	11
	2 Die Versuche am Probanden	15
IV	Ergebnisse	39
V	Schlußfolgerungen	41
	1 Die muskuläre Geometrie des Kauorganes	42
	2 Die knöcherne Geometrie des Kauorganes	46
	2.1 Bewegung des UK-Winkels bei Protrusion-Retrusion	46
	2.1.1 Unmöglichkeit der geradlinigen Bewegung	51
	2.1.2 Mittelpunkt der Bewegung des Kondylus	51
	2.1.3 Mittelpunkt der Bewegung des 6-Jahr-Molaren	51
	2.1.4 Zusammenlegung der Mittelpunkte	52
	2.2 Bedeutung der Kreisbewegung des UK-Winkels für die Muskeldynamik	53
	2.2.1 "Zubeißen" und Protrudieren, einander nicht störende Vorgänge	53
	2.2.2 Kreisbewegung des UK als Voraussetzung für eine dynamische Bißnahme	54
	2.3 Forderungen an die anatomische Ausformung des Kauorgans	55
	2.3.1 Feinbau des Tuberculum art.	55
	2.3.2 Eigenschaften der Spee'schen Kurve	58
	2.3.3 Das wiegende Okkludieren	62
	2.3.4 Funktion des Temporalis bei Kieferschluß	67
	3 Experimentelle Belege zur Kaumechanik	68
	3.1 Abstützung der Kondylen	70
	3.2 Kompensierende Eigenschaften der Spee'schen Kurve.....	71
	3.3 Wiegendes Okkludieren der Mandibula	76
	4 Bedeutung der Ergebnisse für den Zahnarzt	77

Seite

VI Zusammenfassung 80

VII Literaturverzeichnis 82

VIII Lebenslauf 83

I

Ein Patient soll mit Zahnersatz kauen können, und das - wenn möglich - beschwerdefrei. Zur Herstellung eines solchen Zahnersatzes muß der Zahnarzt sehr häufig eine physiologisch korrekte räumliche Zuordnung des Unterkieferzahnbogens zum Zahnbogen des Oberkiefers vornehmen.

Diese sogenannte Bißnahme wird auf verschiedene Arten durchgeführt. Die bisher beschriebenen und gebräuchlichen Verfahren haben in der Regel den Nachteil, daß sie sowohl das Gleichgewicht der Kaumuskulatur als auch die Kiefergelenksituation nur zu einem Teil berücksichtigen oder sogar methodenspezifisch nachteiligen Einfluß nehmen auf diese biologischen Systeme.

Für welche Unterkieferposition soll nun der Zahnersatz angepaßt werden? Sollen sich die Kondylen in der vordersten, obersten, nicht seitenverschobenen Position in der Fossa befinden, oder in der hintersten, obersten, nicht seitenverschobenen Position oder schlicht nur in der obersten (Zenit), nicht seitenverschobenen Position oder am Ende gar nicht in der obersten Position?

Die Diskussion hierüber wird denkbar kontrovers geführt; darauf einzugehen,würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen und an ihrem Ziel vorbeiführen.

Es soll hier ein Verfahren konzipiert und erprobt werden, das gestattet, die Unterkiefer-Position im harmonischen Gleichgewicht der Kaumuskulatur festzulegen, ohne daß technische Behelfe einen störenden Einfluß auf das Zusammenspiel von nicht verkrampfter Muskulatur und den Kiefergelenken nehmen können.

II

Die Anatomie der Kiefergelenke, insbesondere die nach dorsalkranial ansteigende Gelenkbahn des Tuberculum articulare, auf der die Kondylen mit ihren Disci gleiten können, und die Lage der Unterkiefer-Elevatoren, die alle eine deutlich kranialwärts gerichtete Komponente in ihrer Zugrichtung aufweisen, verführen sehr zur Annahme, daß die Kondylen bei Kontraktion der Elevatoren in eine kraniale Position gezogen werden. Unterstellt man, daß die Unterkieferelevatoren "wissen", in welche Position die Kondylen gehören, ist zu erwarten, daß sie die Kondylen auch in eine physiologisch richtige Position ziehen, sofern sie nicht von den Zähnen oder anderen, etwaigen pathologischen Einflüssen dabei gestört werden. Dieser Gedanke ist mehrfach in der Literatur zu finden[1), 2), 3)]. Er ist also nicht neu, aber er gab den Anstoß zu folgender Theorie:

Es gibt für den Unterkiefer eine Gleichgewichtsposition, die abhängt sowohl von der geometrischen Lage und Ausformung (Wölbung und Verwindung) der Kauebene als auch der Kiefergelenke einerseits und der am Unterkiefer ansetzenden Muskulatur und Bänder andererseits.

Diese Gleichgewichtsposition zeichnet sich dadurch aus, daß in ihr bei minimaler Muskelanstrengung und Beanspruchung der beteiligten Gewebe ein Maximum an wirksamer Kaukraft entfaltet werden kann. Wir stimmen in dieser Theorie weitgehend überein mit den Prinzipien von WILLIAMSON [12)], die er für eine endgültige statische und dynamische Okklusion aufstellt, nämlich u.a.

1. "Statische Okklusion", bei der die Position der Kondylen "durch Knochen, Sehnen und Muskeln bestimmt ist";
2. "Beachtung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie in bezug auf die Mund- und Gesichtsmuskulatur, so daß maximale Arbeit bei geringstmöglichem Aufwand geleistet werden kann".

Wir nehmen im folgenden an, daß es eine derartige Gleichgewichtsposition gibt und begeben uns auf die Suche. Dazu wird benötigt:
ein Bißnahmeverfahren, das

1. jeglichen reibenden Kontakt der Kiefer während der Bißnahmeprozedur aufhebt;
2. die Kiefer gegeneinander vollkommen gleichmäßig abstützt (kein Verkanten oder Verkippen wie bei nicht ordentlich parallelisierten Bißschablonen, eine Art provisorisches Prothesenpaar, das beim zahnlosen Patienten die Zahnbögen zum Zweck der Untersuchung ersetzt;
3. erlaubt, die Kiefer gegeneinander bei gleichzeitigem Zubeißen ungehindert zu verschieben (Protrusion /Laterotrusion);
4. in einer vom Patienten und Untersuchenden als richtig empfundenen Position die Kiefer gegeneinander verschlüsselt.

Ein derartiges Bißnahmeverfahren wird ermöglicht durch ein nach Art des Zahnbogens ausgeformtes Kunststoffsäckchen, das mit sahnig angerührtem Abdruckgips gefüllt und verschlossen zwischen die Zahnreihen (bzw. Bißschablonen) eingebracht wird.

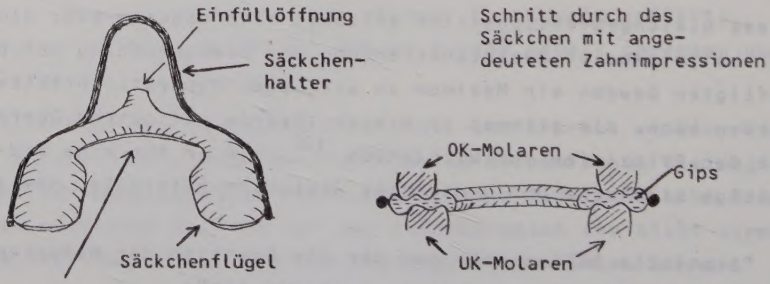


Abb. 1 Vorrichtung zur Bißnahme (Bißnahmesäckchen)

Der Patient beißt mit mäßiger Kraft auf dieses Flüssigkeitspolster, das gerade soweit mit Gips gefüllt ist, daß die Zannreihen (bzw. Bißschablonen) keinen Kontakt miteinander bekommen können. Sie "schwimmen" übereinander und kommen nicht in Berührung. Der Patient hat, solange der Gips flüssig ist, die Möglichkeit, durch probierende seitliche Unterkieferbewegungen, die für sein gleichzeitiges Zubeißen als am bequemsten, d.h. der Kraftentfaltung als am wenigsten widerstrebend empfundene Unterkieferposition ausfindig zu machen. Die meisten Probanden, die später noch gesondert besprochen werden sollen, fanden diese Position einfach und schnell heraus. Diese von den Probanden übrigens durchwegs als angenehm empfundene Position dann so lange ruhig zu halten, bis der Gips abbindet (30 - 60 Sekunden) , bereitete ebenfalls in keinem Fall Schwierigkeiten. Ist der Gips erstarrt, so sind Ober- und Unterkiefer (bzw. Ober- und Unterkieferbißschablone) auf einfache und eindeutige Art miteinander verschlüsselt, da die Impressionen von Ober-und Unterkieferseitenzähnen (bzw. Bißschablonen) im erstarrten Gips festgehalten sind. Das Kunststoffsäckchen wird von dem Gipsregistrat entfernt (Fehler, der dadurch in der Vertikalen entsteht: ca. 0,1 mm) und wir erhalten das fertige, recht handsame Registrat (Registrat = erstarrte Gipsfüllung des Säckchens).

Eigenschaften dieser Registriermethode:

1. Es besteht - wie schon erwähnt - kein Gleithindernis zwischen den Okklusalflächen der Ober-und Unterkieferseitenzähne (bzw. Ober- und Unterkieferbißschablonen).

2. Es ist eine minimale Bißsperrung (< 1 mm) möglich. Das Flüssigkeitspolster kann so dünn gehalten werden, daß Ober- und Unterkiefer eben gerade noch übereinander "schwimmen".

2.1. Die Registrate können weitgehend gleich dick gehalten werden, sofern jedesmal die gleiche Menge Gips einge-

füllt wird. Die Dicke kann aber auch variiert werden.

3. Die Zunge wird während der Bißnahme nicht in ihrem Bewegungsraum eingeschränkt (störende Abwehrreflexe seitens der Zunge, die sich auf die Unterkieferposition auswirken könnten, werden vermieden).

4. Die Frontzähne sind bei dieser Registriermethode ausgenommen, da im Verlauf der Erprobung der Verdacht aufkam, daß ein zwischen den Frontzähnen liegendes Flüssigkeitspolster eine Protrusion als Gegenreaktion auslösen kann.

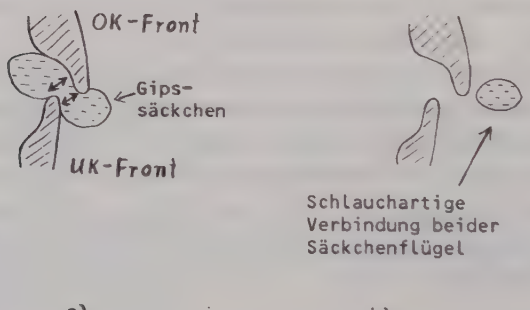


Abb. 2 Störender Einfluß in der Sagittalen eines zwischen den Frontzähnen eingeklemmten Bißnahmesäckchens (a). Verhinderung dieses Einflusses durch schlauchartige Verbindung der beiden Säckchenflügel vor den Frontzähnen (b)

Der durch das Zubeißen im Säckchen entstehende Druck wirkt leicht retrudierend auf die Unterkieferfrontzähne (s. Doppelpfeile in Abb. 2 a), was die Mm. pteryg oidei laterales veranlassen kann, dagegen anzu-

arbeiten. Die Verbindung des linken mit dem rechten Säckchenflügel erfolgt schlauchartig labialseits der Oberkieferfrontzähne (Abb. 2 b).

5. Die Herstellung eines Registrats dauert gerade so lange, daß der Proband gezwungen ist, während des Registriervorgangs mehrfach zu schlucken. Das ist wünschenswert. Dadurch wird zumindest verhindert, daß man Zahnersatz anfertigt, der beim Schlucken stört.

6. Die einzelnen Registrate sind haltbar und gegenüber unbeabsichtigter Verformung unempfindlich.

7. Da diese Methode beim bezahnten Probanden eine Verschlüsselung der Ober- und Unterkiefergipsmodelle durch ein Vielpunktkontakt-Registrat darstellt (im Gegensatz zum üblichen Dreipunktkontakt-Wachsregistrat), werden

7.1. Ungenauigkeiten der Gipsmodelle unweigerlich bemerkt ("verzogene Modelle" schaukeln - auf einem Dreipunktkontakt-Registrat schaukeln Modelle nie);

7.2. abnorm intrudierbare Zähne erkannt. An der Stelle des abnorm intrudierbaren Zahnes wird das Gipsregistrat zu dick, weil der Zahn unter dem sanften Druck des Säckchens nachgibt. Auf dem Modell schaukelt das Registrat dann genau über diesen Zahn, eine Beobachtung, die mehrfach gemacht werden konnte.

8. Da das Bißnahmesäckchen ein geschlossenes, mit Flüssigkeit gefülltes System ist, folgt:

8.1. Der vom Säckchen auf die Zähne (Bißschablonen) ausgeübte Druck ist überall der gleiche.

8.2. Der Gips kann nach Einlegen des Säckchens zwischen die Zahnreihen von Orten des Überschusses (Säckchen ist dort zu dick) zu Orten des Mangels (Säckchen ist dort zu dünn) fließen - und er tut es auch.

9. Die Registriermethode ist nicht nur im bezahnten oder teilbezahnten, sondern auch im unbezahnten Kiefer anwendbar (mit Hilfe von Bißschablonen).

Aus obigem und insbesondere Punkt 8 folgt für die Belange der Prothetik:

10. Bißschablonen werden während der Bißnahme exakt und überall gleichmäßig vom dazwischenliegenden Säckchen auf das Schleimhautlager angedrückt. Dadurch lassen sich Fehlermöglichkeiten durch Verrutschen der Bißschablonen oder schwer kontrollierbare Einflüsse unterschiedlicher Schleimhautresilienz einschränken.

11. Das nicht ganz einfache präzise Parallelisieren der Unterkieferbißschablone entfällt. Leichte Unstimmigkeiten in der Parallelität zwischen Ober- und Unterkieferbißschablone werden von dem Gipssäckchen selbständig ausgeglichen.

12. Mit einem Schablonenpaar (sofern die Bißwälle nicht aus Wachs angefertigt sind) ist eine mehrfache Bißregistrierung möglich. Eine mehrfache Bißregistrierung in einer Sitzung hat den Vorteil, daß sie in jedem Fall und mit Sicherheit anzeigt, wenn die Registrate nicht übereinstimmen. (Da die Anfertigung eines Registrates nicht länger als 3 Minuten dauert, ist eine mehrfache Bißregistrierung ohne weiteres durchführbar.)

Im wesentlichen stellt die oben beschriebene Registriermethode nichts anderes dar, als die z.B. von GERBER angegebene Stützstifttechnik, wenngleich in vereinfachter Form und derart modifiziert, daß die "glatte Unterlage des dritten Beins" [3], nämlich die, auf der der Stützstift steht, um beim Modell GERBER's vom Dreibein in den Porzellanschalen zu bleiben, in nahezu idealer Weise verwirklicht ist.

III

1 VERSUCHSBESCHREIBUNG

Wie man sich das Bißnahmesäckchen vorzustellen hat, ist in Abb. 1 weitgehend beschrieben. Der Halter, ein einfacher Drahtbogen, wird vor Anfertigung des Registrats an den Unterkieferzahnbogen durch Biegen angepaßt, so daß der Zahnbogen in zeichnerisch angedeuteter Weise abgedeckt wird. Der Gips wird mit einer für diesen Zweck geeigneten Spritze in stets konstanter Menge eingefüllt und das Säckchen mit einer Klammer verschlossen. Zur eigentlichen Bißregistration liegt der Proband (Patient) im Stuhl, das gefüllte Säckchen wird eingelegt und der Proband (Patient) angewiesen, mit mäßiger Kraft auf die für ihn bequemste Art zuzubeissen. Um dem Probanden (Patienten) zu verdeutlichen, was mit der "bequemsten Art" gemeint ist, wird er gebeten, anfangs, solange der Gips im Säckchen noch weich ist, in Ruhe und unter stetem Zubeissen den Unterkiefer nach links, rechts, vorne und hinten zu verschieben, wobei er bemerken wird, daß jegliches Verschieben des Unterkiefers zusätzliche, wahrnehmbare Anstrengung erfordert. Bequem bedeutet also, während des Zubeissens jede dieser zusätzlichen Anstrengungen zu vermeiden.

Ist der Gips erstarrt (das Registrat wird spürbar warm), wird es aus dem Mund genommen und zugleich das nächste, frisch gefüllte Registriersäckchen eingebracht. Dieser Vorgang wiederholt sich 7 mal. Während der gesamten Zeit der Bißnahme hat der Proband (Patient) keine Gelegenheit, seine Zähne miteinander in Kontakt zu bringen, um seine habituelle Okklusion aufzusuchen.

Nach abgeschlossener Bißnahme werden Situationsmodelle vom Probanden (Patienten) angefertigt, die mit Hilfe eines Schnell-Übertragungsbogens in einem SAM-Artikulator auf folgende Weise einartikuliert werden: In die Rückseite des

Oberkiefermodells wird, etwa auf Höhe der Eckzähne ein Metallplättchen mit eingegipst.

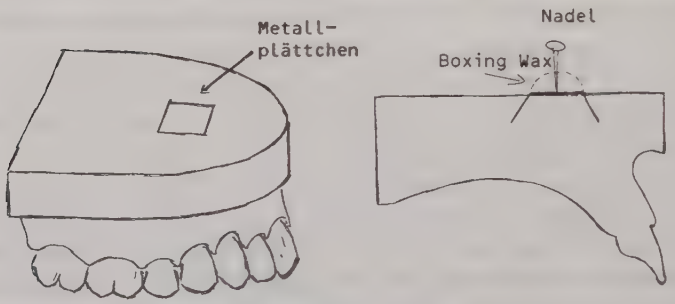


Abb. 3 Vorbereitung der Situsationsmodelle zur Kontrolle der Bißregistrate

Die Rückseite des Modells wird zudem mit farblosem Lack (Nagellack o.ä.) isoliert. Auf das eingegipste Metallplättchen wird ein Stück weiches Wachs (Boxing Wax) aufgedrückt, in das eine kurze Nadel gesteckt wird. Erst das so vorbereitete Oberkiefermodell wird auf die Bißgabel des Schnellübertragungsbogens gelegt und in gewohnter Weise (ohne Kontrollsockel) einartikuliert. Wachs und Nadel werden also kurzerhand mit eingegipst. Das Unterkiefermodell wird ohne Bißregistrat, d.h. in der vermutlich habituellen Okklusion einartikuliert. Jetzt wird das Oberkiefermodell wieder von dem durch das Einartikulieren entstandenen Gipssockel, der die Nadel und das Wachs enthält, getrennt (z.B. mit einer Gipsausbettzange).

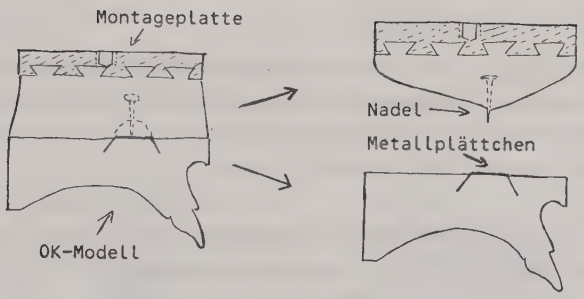


Abb. 4 Vorbereitung des einartikulierten OK-Situationsmodells zur Kontrolle der Bißregistrate

Mit einem Messer wird der verbleibende Gipssockel so geformt, daß die in ihm enthaltene Nadel in der (s.o. Zeichnung) angedeuteten Weise zum Vorschein kommt. Damit ist die Kontroll- und Vergleichsvorrichtung für unsere 7 Registrate fertig. Wir brauchen nur noch auf das im Oberkiefer-Modell eingegipste Metallplättchen ein Stück Millimeterpapier zu kleben und können beginnen, die Identität bzw. Verschiedenheit der 7 Registrate zu überprüfen. Wir legen ein Registrat zwischen Ober-und Unterkiefermodell ein und schließen den Artikulator so weit, bis die Nadel in das Millimeterpapier sticht. Wir legen das 2. Registrat ein und schließen den Artikulator wieder, bis die Nadel in das Millimeterpapier sticht, und so fort, bis alle 7 Registrate überprüft sind. Zum Schluß bringen wir die Modelle so aufeinander zu liegen, wie sie am besten aufeinander passen und schließen den Artikulator ein letztes Mal, bis die Nadel ins Millimeterpapier sticht, und markieren auf diese Weise auf dem Millimeterpapier die mutmaßliche habituelle Okklusion.

Im Idealfall, was die Reproduzierbarkeit dieser Registriermethode angeht, sollte die Nadel 7 mal an der gleichen Stelle ins Millimeterpapier stechen.

Ob es für die Lage der habituellen Okklusion einen Idealfall in Relation zu den Ergebnissen der 7 Registrate gibt, und wie er auszusehen hätte, kann aufgrund der vorliegenden Untersuchung nicht gesagt werden.

Es wurden auf diese Weise 20 Probanden untersucht, die nach keinerlei Gesichtspunkten ausgewählt wurden.

Es sei noch einmal wiederholt: Sämtliche Probanden bekamen während der Bißnahme absolut keine Orientierungshilfen von seiten ihrer Okklusion oder des Untersuchenden. Der Proband beißt 7 mal "blind" auf das Bißnahmesäckchen. Strukturen, die Einfluß auf die Bißlage nehmen können, sind ausschließlich Gelenk, Bänder, Muskulatur und Lage der Kauebene.

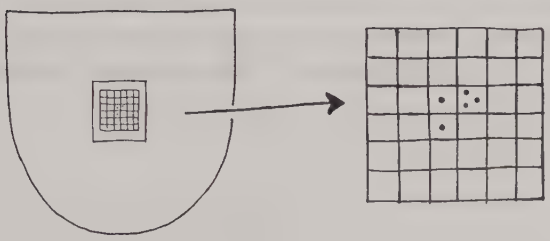
ANMERKUNG:

Die Genauigkeit und Aussagekraft unserer Überprüfungsanordnung ist natürlich anzweifelbar; denn:
Auch wenn die Nadel bei allen 7 Registraten die gleiche Einstichstelle im Millimeterpapier trifft, ist es theoretisch noch denkbar, daß das Oberkiefer im Artikulator (respektive das Unterkiefer im Mund) eine Rotation in der Horizontalen um den Einstichpunkt erfährt, die wir mit unserer Überprüfungsmethode nicht erkennen können. Eine derartige Rotation kann nur ausgeschlossen werden, wenn die gleichen 7 Registrate ein zweites Mal untersucht werden, diesmal mit der Einstichnadel weiter distal in der Gegend des Tuber. Daß eine Rotation in der Horizontalen an beiden Einstichstellen verborgen bleibt, ist nicht mehr vorstellbar. Diese zweifache Überprüfung wurde in einigen Fällen durchgeführt. Es konnte keine Rotation aufgespürt werden, die nicht auch an der vorderen Einstichstelle - dort eben erwartungsgemäß als laterale Streuung - zu erkennen gewesen wäre.

2 DIE VERSUCHE AM PROBANDEN

Vorbemerkung

Die nun folgenden Abbildungen geben die Einstiche auf dem in Teil 1 beschriebenen Millimeterpapier wieder.



a) b)

Abb. 5 OK-Situationsmodell nach Kontrolle der Registrate-Ansicht der Modellrückseite (a)

Ausschnittvergrößerung des Millimeterpapiers mit erkennbaren Einstichen (b)

Abbildung 5 a zeigt die Rückseite des OK-Gipsmodells aus Abbildung 3 mit aufgeklebtem Millimeterpapier. Abbildung 5b zeigt die Vergrößerung des Millimeterpapiers. Die Einstiche sind als Punkte erkennbar. Distale Einstiche liegen in der Abbildung oben, mesiale unten. Aufgrund der Versuchsanordnung bedeutet ein distaler Einstich, daß der Unterkiefer bei dem betreffenden Registrat distal verlagert war, bei mesialen Einstichen entsprechend umgekehrt. Linkslaterale Einstiche bedeuten eine Lateralverlagerung des Unterkiefers nach links (am Patienten) rechtslaterale Einstiche eine Lateralverlagerung des Unterkiefers nach rechts.

In den Einstichabbildungen der Probanden wurde das Millimeterraster der Übersichtlichkeit halber nicht eingezeichnet.

Um dennoch eine Vorstellung zu vermitteln, wie weit die Einstiche auf dem Original voneinander entfernt liegen, wurden jeweils Kreise eingezeichnet, die im Original einem Durchmesser von 0.3, 0.4 bzw. 0.5 mm entsprechen. Die Numerierung der Einstichpunkte gibt die Reihenfolge der Registrate an; der Buchstabe H kennzeichnet die habituelle Bißlage.

Proband 1

Es wurden 3 Mißnahmen, jeweils im Abstand von 2 Wochen, durchgeführt. Dreimal lagen alle 7 Registrate in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser jeweils an der gleichen Stelle laterial distal von H. (abgebildet ist nur das Ergebnis einer Bißnahme).

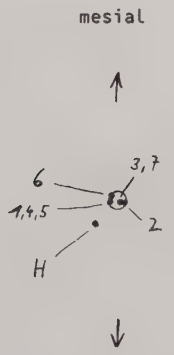


Abb. 6 Einstichmuster von Proband 1

Bemerkung: Oberkieferfront-Engstand;
Klasse II-Verzahnung um 1 Prämolarenbreite.

Proband 2

Es wurden 2 Bißnahmen im Abstand von 3 Wochen durchgeführt. Zweimal lagen alle 7 Registrate (gerade noch) in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser jeweils an der gleichen Stelle knapp mesial von H. (abgebildet ist nur das Ergebnis einer Bißnahme).

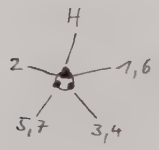


Abb. 7 Einstiche von Proband 2

Bemerkung: keine auffallenden Besonderheiten.

Proband 3

Es wurde eine Bißnahme durchgeführt. Alle 7 Registrate lagen in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser distal und leicht lateral von H.

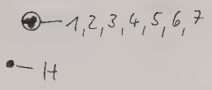


Abb. 8 Einstichmuster von Proband 3

Bemerkung: Beinahe Kopfbiß in der Front; die Zähne 26 und 27 sind affallend intrudierbar. Die Fossae ihrer Antagonisten sind durch Füllungen eingeebnet.

Proband 4

Es wurde eine Bißnahme durchgeführt. Alle 7 Registrate lagen in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser.

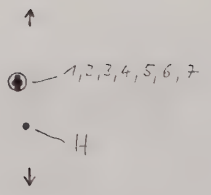


Abb. 9 Einstichmuster von Proband 4

Bemerkung: Klasse II-Verzahnung, Deckbiß.

Proband 5

Es wurde eine Bißnahme mit 8 Registraten durchgeführt. 7 Registrate lagen in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser mesial (!) von H. Registrat 4 wird als "Ausreisser" angesehen.

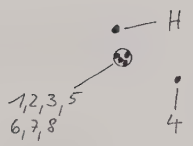


Abb. 10 Einstichmuster von Proband 10

Bemerkung: Klasse I-Verzahnung mit Deckbiß.

Proband 6

Es wurde eine Bißnahme durchgeführt. 5 von 7 Registraten lagen gemeinsam mit H in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser. Registrat 5 und 7 lagen 0.1 mm mesial des Kreises.

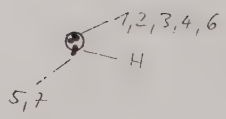


Abb. 11 Einstichmuster von Proband 6

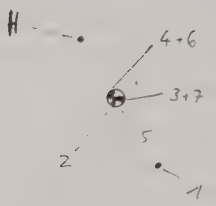
Bemerkung: Die Zähne 35 und 36 sind merklich intrudierbar. Die antagonistischen Fossae sind durch Füllungen eingeebnet.

Proband 7

Es wurden 2 Bißnahmen durchgeführt. Die Streuung war beide Male beachtlich, jedoch immer mesial links-lateral von H. Die größte Dichte der Streuung (Kreis mit 0.5 mm Durchmesser) lag in beiden Fällen gleich weit mesial von H. Mehrere Monate nach den beiden Bißnahmen wurde eine dritte Bißnahme absolviert. Dabei wurde der Proband gebeten, selbst den Tag zu bestimmen. Die Absicht dabei war, daß er möglichst ausgeglichen, gut ausgeruht und von den Anstrengungen des Tages noch gänzlich unbeeinflußt, sich gleich frühmorgens zur Bißnahme einfand. Abb. 12 c zeigt das Ergebnis. 6 (!) von 7 Registraten (Einstichen) liegen in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser, wobei bemerkenswerterweise dieser Kreis innerhalb des Kreises von Abb. 12 b liegt.

a) b)

Abb. 12 Einstichmuster von Proband 7 (a, b - 2 Bißnahmen im Abstand von 3 Wochen)



c)

Abb. 12 Einstichmuster von Proband 7
(c - Bißnahme nach 1 Jahr)

Bemerkung: Es fehlen die Zähne 35, 36 und 46; die Lücken sind offen, die Antagonisten nicht elongiert. Die Zähne 45 - 41 weisen buccal bzw. labial im oberen mesialen Drittel der Kronen kräftige Abrasionen auf; ebenso die Zähne 31 und 32 im labialen oberen Kronendrittel.
Die Abrasionen zusammen mit dem Ergebnis der Bißnahmen könnten als Hinweis auf einen leichten retralen und seitenverschobenen Zwangsbiß genommen werden.

Proband 8

Es wurde eine Bißnahme durchgeführt. 6 von 8 Registraten lagen in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser ca. 0.3 mm lateral mesial von H.

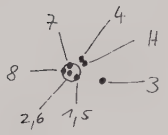


Abb. 13 Einstichmuster von Proband 8

Bemerkung: Annähernd Kreuzbißstellung der Zähne 23 und 34. Der Proband gibt ein Gleiten vom ersten Kontakt der Zähne in die habituelle Okklusion an, das mit dem Ergebnis der Bißnahme übereinstimmt. Der erste Zahnkontakt tritt in einer leicht lateral mesial von H gelegenen Unterkieferposition auf. Erstaunlich gut hierzu paßt die Lage der kräftigen Schliff-Facetten an den Zähnen 13 palatinal mesiale Kronenhälfte, 22 palatinal, incisales Kronendrittel, 23 palatinal, incisal-distale Kronenhälfte.

Proband 9

Es wurde eine Bißnahme durchgeführt. 5 Einstiche von 7 lagen in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser lateral distal von H.

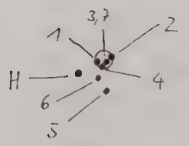
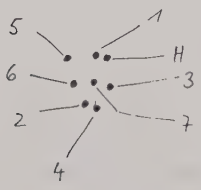


Abb. 14 Einstichmuster von Proband 9

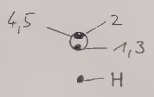
Bemerkung: Oberkieferspitzfront, Klasse II-Verzahnung um 1/2 Prämolarenbreite; 36 fehlt, die Lücke ist offen, 26 ist elongiert; 15 ist 90° nach innen rotiert. Der Proband machte einen nervös ungeduldigen Eindruck.

Proband 10

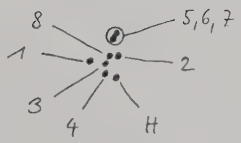
Es wurden im Verlauf von 3 Wochen 3 Bißnahmen durchgeführt. Bißnahme 1 (Abb. 15 a) zeigt eine starke Streuung mesial von H.
Bei Bißnahme 2 (Abb. 15 b) wurden die Kieferwinkel nach mesial-kranial in Richtung des Zugs von Masseter und Pterygoideus med. geführt. Alle 5 Registrate lagen in einem Kreis von 0,3 mm Durchmesser.
Bei Bißnahme 3 (ohne Führung) lagen 3 Registrate in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser (Abb. 15 c), während die übrigen 5 Registrate deutlich streuten.



a)



b)



c)

b) + c)

Abb. 15 Einstichmuster von Proband 10.
Erste Bißnahme a); zweite Bißnahme bei geführten Kieferwinkeln b); dritte Bißnahme ohne Führung der Kieferwinkel c); graphische Synopse von Bißnahme 2 und 3 b) + c).

Bemerkung: Kreuzbißstellung der Zähne 12, 13, 23, 24; 46 fehlt, 47 und 45 sind in die Lücke gekippt. Der Proband ist bei Registrat 5, 6 und 7 von Bißnahme 3 beinahe eingeschlafen. Eben diese Registrate von Bißnahme 3 und die Registrate 1, 2, 3, 4, 5 von Bißnahme 2 liegen im gleichen Kreis (s. Abb.15 b + c) , sind also annähernd identisch. Bei Bißnahme 1 war der Proband sehr verkrampft. Spätere Befragung ergab, daß er sich damals privat in einer ausgesprochenen Streßsituation befand.

Proband 11

Es wurde eine Bißnahme durchgeführt. 4 von 8 Registraten lagen in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser, etwas lateral von H. Die übrigen Registrate lagen mesial und im gleichen Sinne lateral von H verstreut.

Abb. 16 Einstichmuster von Proband 11

Bemerkung: Die Zähne 26, 45 und 46 sind auffallend intrudierbar . Die Fossae der betroffenen Antagonisten sind durch Füllungen eingeebnet.

Proband 12

Es wurde eine Bißnahme mit 8 Registraten durchgeführt. 4 Registrate lagen gemeinsam mit H in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser. Die restlichen 4 Registrate lagen mesial davon verstreut.

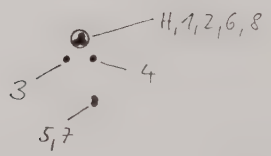


Abb. 17 Einstichmuster von Proband 12

Bemerkung: Die Zähne 15, 35, 36 sind deutlich intrudierbar. Die Fossae der betroffenen Antagonisten sind durch Füllungen eingeebnet.

Proband 13

Es wurde eine Bißnahme durchgeführt. 5 von 7 Registraten lagen in einem Kreis von 0.4 mm Durchmesser lateral von H.

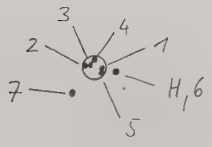


Abb. 18 Einstichmuster von Proband 13

Bemerkung: 36 fehlt, 37 und 38 sind mesial gekippt, 13 und 23 incisal stark abradiert.

Proband 14

Es wurde eine Bißnahme mit 9 Registraten durchgeführt. 5 Registrate lagen in einem Kreis von 0.4 mm Durchmesser distal und leicht lateral von H. Die übrigen Registrate lagen mesial davon verstreut.

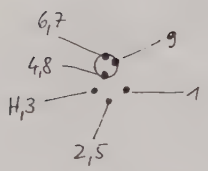


Abb. 19 Einstichmuster von Proband 14

Bemerkung: Die Zähne 16, 17 und ihre Antagonisten 46, 47 sind deutlich intrudierbar, desgleichen die Antagonistenpaare 24/34, 25/35, 26/36, Zahn-zu-Zahn-Okklusion!

Der Proband ist an den Seitenzähnen weitgehend mit Inlays versorgt, und zwar derart, daß maximale Interkuspitation entweder in den linken beiden oder in den rechten beiden Quadranten, nicht aber rechts und links zugleich möglich ist.

Proband 15

Es wurde eine Bißnahme durchgeführt. 5 Einstiche von 7 lagen in einem Kreis von 0.5 mm Durchmesser. Die Einstiche lagen lateral distal von H.

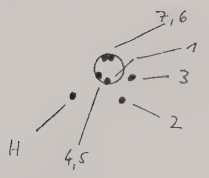


Abb. 20 Einstichmuster von Proband 15

Bemerkung: Deckbiß, Unterkieferfront beißt in palatinale Gingiva ein; Klasse II-Verzahnung um 1 Prämolarenbreite.

Proband 16

Es wurde eine Bißnahme durchgeführt. 5 von 8 Registraten lagen in einem Kreis von 0.5 mm Durchmesser lateral von H.

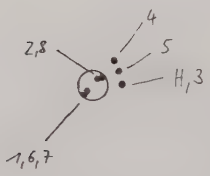


Abb. 21 Einstichmuster von Proband 16

Bemerkung: Starker Deckbiß. Unterkieferfront beißt fast in die palatinale Gingiva ein.

Proband 17

Es wurde eine Bißnahme durchgeführt. Die 7 Registrate lagen in einem Kreis größer als 0.5 mm. Die laterale Streuung der Registrate 1, 2, 3, 6, 7 betrug ca. 0.6 mm, die sagittalen hingegen nur ca. 0.3 mm.

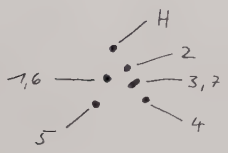
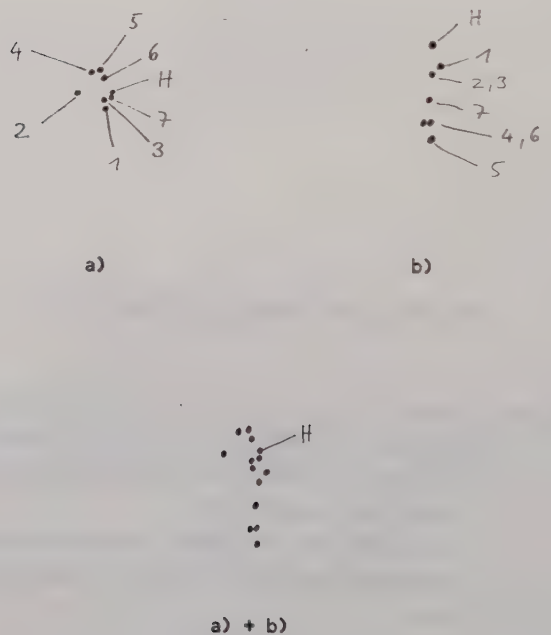


Abb. 22 Einstichmuster von Proband 17

Bemerkung: Starke Abrasionen der Oberkieferfront incisal vor allem rechts. Die Zähne 12 und 22 devital (keine Karies!); Gelenk-Knacken links bei Mastikation.
Es wurde nach 14 Tagen eine zweite Bißnahme durchgeführt mit ähnlich streuendem Ergebnis.

Proband 18

Es wurden zwei Bißnahmen durchgeführt. Beide Male war eine beträchtliche Streuung festzustellen (Abb. 23 a, 23 b). Die Vereinigung beider Ergebnisse in einer Abbildung (Abb. 23 a + b) zeigt, daß die Streuung mit Ausnahme von 2 Registraten vor allem in sagittaler Richtung auftrat. Die sagittale Streuung betrug ca. 2.2 mm, die transversale ca. 0,4 mm.



a) b)

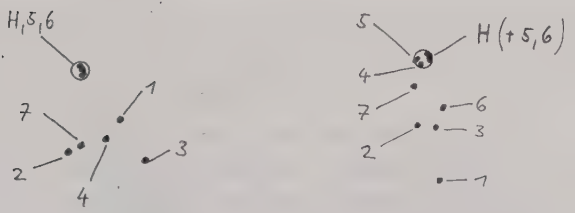
a) + b)

Abb. 23 Einstichmuster zweier Bißnahmen (a, b) von Proband 18; graphische Synopse (a + b).

Bemerkung: Keine auffallenden Besonderheiten. Nach der Ursache für diese Streuung wurde noch nicht gesucht.

Proband 19

Es wurden im Abstand von 3 Wochen 2 Bißnahmen durchgeführt. Bei beiden Bißnahmen fanden sich jeweils 2 Einstiche in einem Kreis von 0.3 mm Durchmesser gemeinsam mit H, während die übrigen Einstiche weit verstreut mesial von H lagen.



a) b)

Abb. 24 Einstichmuster zweier Bißnahmen (a, b) von Proband 19

Bemerkung: In entspannter Rückenlage sackt der rechte Kondylus nach dorsal so weit ab, daß sich eine Verschiebung der Unterkiefermitte nach rechts von ca. 3 mm ergibt. Im Röntgenbild fällt der rechte Kondylus durch Kleinheit und Unförmigkeit auf.
Die Höcker der Antagonisten 17 und 47 sind extrem abradiert.

Proband 20

Es wurden im Abstand von jeweils einer Woche 3 Bißnahmen durchgeführt. Bißnahme 1 und 3 ergaben ein sehr ähnliches, beträchtliches Streufeld mesial-lateral von H (Abb. 25 a, es ist nur eine der beiden Bißnahmen dargestellt). Bei Bißnahme 2 wurde geführt: die Kieferwinkel wurden vom Untersuchenden 7 mal nach mesial-kranial (Masseterzugrichtung) geführt. Die Verteilung der Einstiche auf zwei Zentren (Abb. 25 b) fiel dabei auf.

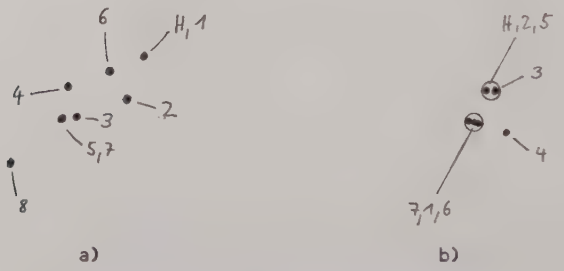


Abb. 25 Einstichmuster von Proband 20

Bemerkung: Beide Kiefergelenke knacken zu Beginn von Protrusions- bzw. Laterotrusionsbewegungen derart laut, daß es aus 1 m Abstand mit bloßem Ohr klar zu hören ist.

IV

ERGEBNISSE

In 7 Fällen (35 %) ergab sich eine eindeutig reproduzierbare Muskelzentrik [8] (Probanden 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7). Bei Proband 5 gab es einen "Ausreisser" bei 8 Registraten. Bei Proband 6 gab es zwei "Ausreisser" bei 7 Registraten, die jedoch nur 0.1 mm mesial vom Trefferfeld liegen. Bei Proband 7 allerdings ergab erst die 3. Bißnahme ein eindeutiges Bild mit einem "Ausreisser" bei 7 Registraten.

In 5 Fällen (25 %) ergab sich eine bedingt reproduzierbare Muskelzentrik. Nur ein Teil der Registrate lag im Trefferfeld von 0.3 mm Durchmesser.

75 % der Registrate bei Proband 8
70 % der Registrate bei Proband 9
60 % der Registrate bei Proband 10
50 % der Registrate bei Proband 11
50 % der Registrate bei Proband 12

Die übrigen Registrate liegen mehr oder weniger stark gestreut.

Die 60 % Treffer bei Proband 10 setzen sich zusammen aus 100 % Treffer in Bißnahme 2 (Kieferwinkel geführt) und 37 % Treffer in Bißnahme 3. Bißnahme 1 (Streßbelastung) wurde nicht gewertet (s. dazu auch Proband 7).

In 4 Fällen (20 %) ergab sich eine bedingt reproduzierbare Muskelzentrik für vergrößertes Trefferfeld.

70 % der Registrate von Proband 13
55 % der Registrate von Proband 14

liegen in einem Trefferfeld von 0.4 mm Durchmesser.

70 % der Registrate von Proband 15
60 % der Registrate von Proband 16

liegen in einem Trefferfeld von 0,5 mm Durchmesser.

In 4 Fällen (20 %) ergab sich keine reproduzierbare Muskelzentrik (Proband 20, 19, 17, 18).
Bei Proband 19 bestehen sichere Anzeichen auf pathologische Veränderung des rechten Kiefergelenks (Röntgenbild).
Bei Proband 20 und 17 bestehen Hinweise auf sehr wahrscheinlich pathologische Zustände des Kauorgans (starkes Gelenk-Knacken und ausgeprägte Abrasionen).
Bei Proband 18 liegt die mögliche Ursache der Streuung noch gänzlich im dunkeln.

Von einem nach gnathologischen Gesichtspunkten einwandfreien Gebiß kann bei keinem der 20 Probanden gesprochen werden.

Es kann festgestellt werden, daß die okklusalen Verhältnisse bei den Probanden im großen und ganzen in der Reihenfolge "unordentlicher" sind, wie die Streuung der Bißnahmeergebnisse zunimmt.

In den Fällen, wo die Bißnahme ein eindeutiges Ergebnis zeigt, brachte mehrfache Widerholung der Bißnahme im Abstand von einigen Wochen (z.B. bei Proband 1 und 2) stets die gleichen Ergebnisse.

V

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Dieses Kapitel mußte sehr ausführlich gestaltet werden, weil die Erfahrungen mit der dynamischen Bißnahme doch einige herkömmliche Vorstellungen über die Mechanik des Kauorganes in Bewegung brachten. Den Anstoß zur Erprobung der Säckchenbißnahme gaben folgende Annahmen:

1. Die Fossa articularis hat die anatomische Bedeutung einer Gelenkpfanne.
2. Die Kondylen werden von der Kaumuskulatur bei regelrechtem Zubeißen in diese Gelenkpfanne gezogen (kranialse, nicht seitenverschobene Position).

Wenn das der Fall wäre, müßte sich diese Kondylenposition ganz von selbst ergeben, wenn der Proband auf ein frei (reibungslos) verformbares dünnes Polster beißt, das ein Interferrieren der antagonistischen Okklusionsflächen ausschließt. Es wäre zu erwarten, daß diese Kondylenposition eine stabile Position ist, vorausgesetzt, die Vorstellung vom "Kondylus in der Gelenkpfanne" trifft zu. Die Beobachtungen, die bei der Säckchenbißnahme gemacht werden mußten, harmonieren jedoch nicht ohne weiteres mit dieser Vorstellung.

Eine Erscheinung während der Bißregistrierung mit dem Gipssäckchen fiel besonders auf: solange das Gipssäckchen im Mund des Probanden noch weich war, war es ungeachtet relativ kräftigen Zubeißens schon mit sehr geringer zusätzlicher Muskelanstrengung möglich, den Unterkiefer zu protrudieren. Diese Beobachtung konnte bei allen Probanden gemacht werden und war Anlaß zu folgenden Überlegungen:

Ginge man davon aus, daß die Kondylen bei kräftigem Kieferschluß von M. Masseter und M. pterygoideus medialis auf der

Gelenkfläche des Tuberculum articulare nach kranial-dorsal in Richtung Zenit der Fossa articularis gezogen würden [1) 2) 3)], bei Protrusion aber nach kaudal-mesial, entlang genannter Gelenkfläche gleiten müssen, so wäre nur schwer zu begreifen, wie Protrusion trotz gleichzeitigen Zubeißens so leicht möglich ist.

Obige Darstellung legte doch sehr den Schluß nahe, daß Zubeißen und Protrudieren bezüglich der Bewegung, die die Kondylen dabei ausführen müssen, antagonistische Bewegungsabläufe sind. Unterkieferheber (Masseter und Pterygoideus med.) und Protrusionsmuskulatur (Pterygoideus lat.) müßten demnach ebenfalls zumindest teilweise Antagonisten sein. Daß dem möglicherweise aber nicht so ist, und was daraus für Konsequenzen zu ziehen wären, zeigt eine genauere Betrachtung der anatomischen Gegebenheiten des Kauorgans. Um diese Vermutung auch zu belegen, ist es nötig, ein wenig weiter auszuholen.

1. Die muskuläre Geometrie

Denkt man sich bei der Betrachtung eines Schädels von lateral eine Gerade entlang des distalen Abhangs des Tuberculum articulare entsprechend der Kondylarbahnneigung und eine weitere Gerade, festgelegt durch die Kauebene, so schneiden sich beide Geraden unter einem stumpfen Winkel von ca. 140°. Die Winkelhalbierende dieses Schnittwinkels gibt eine Richtung an, die auf den ersten Blick Ähnlichkeit mit der Zugrichtung der Unterkieferheber (Masseter und Pterygoideus med.) aufweist.

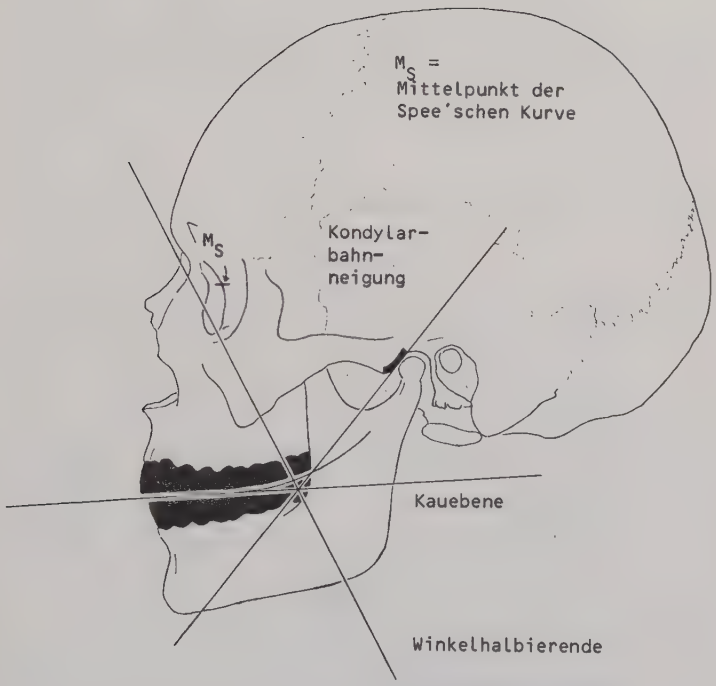


Abb. 26 Darstellung der Winkelhalbierenden zwischen Kauebene und Kondylarbahnneigung

Nähere Betrachtung der Muskelgeometrie am anatomischen Präparat zeigt, daß die resultierende Zugrichtung der Mm. masseteres und der beiden Mm. pterygoidei med. sogar mit erstaunlicher Genauigkeit parallel zu dieser Winkelhalbierenden verläuft. Für die Mm. pterygoidei med. scheint dies unmittelbar zuzutreffen (s. Abb. 27).

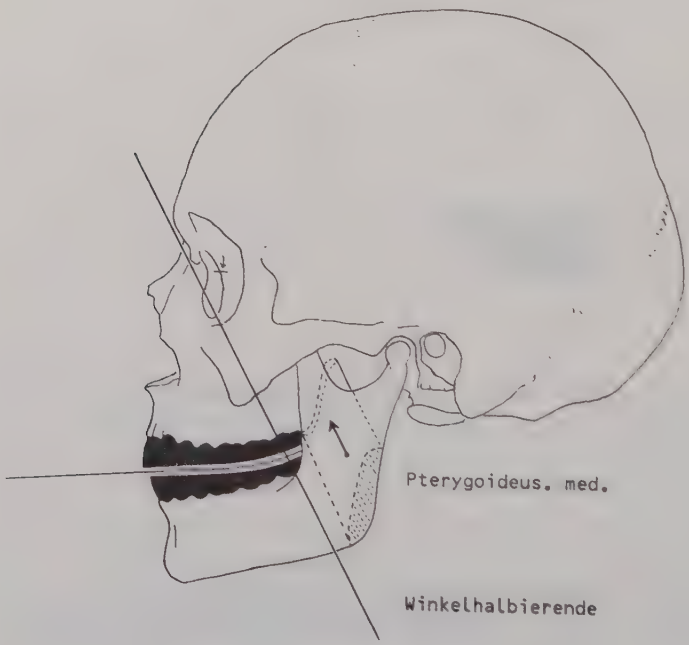


Abb. 27 Weitgehende Parallelität der Zugrichtung des Pterygoideus med. mit der Winkelhalbierenden

Für die Mm. masseteres wird dies deutlicher, wenn man darstellt, woraus sie im einzelnen bestehen:
aus einer kräftigen, mehr schräg verlaufenden oberflächlichen Portion und einer schwächeren, fast senkrecht verlaufenden tiefen Portion. Die unterschiedliche Faserrichtung beider Portionen ist jeweils durch Vektor angedeutet (Abb. 28 Vektor $\vec{S}$ = oberflächliche Portion, Vektor $\vec{P}$ = tiefe Portion, Vektor $\vec{R}$ = Resultierende parallel zur Winkelhalbierenden).

Aus beiden Vektoren ($\vec{S}$ und $\vec{P}$) läßt sich zwanglos ein Kräfteparallelogramm zeichnen mit der resultierenden Kraft parallel zur Winkelhalbierenden.

Die Be träge der Vektoren des Parallelogramms geben wieder, was die Anatomie schon vorher zeigte: ein kräftigerer Muskelzug in Richtung der oberflächlichen Portion und ein schwächerer Muskelzug in Richtung der tiefen Portion (s. Abb. 28).

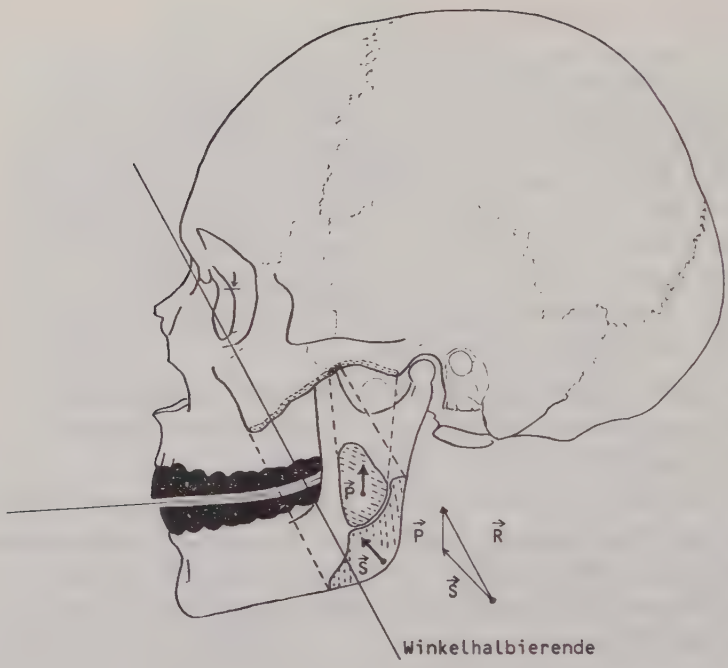


Abb. 28 Weitgehende Parallelität der resultierenden Zugrichtung des Masseter mit der Winkelhalbierenden

2. Knöcherne Geometrie

2.1 Die Geometrie der knöchernen Strukturen ist so ausgeformt, daß sich der Unterkieferwinkel (Ort des Ansatzes des M. masseter und M. pterygoideus med.) bei Protrusions- bzw. Retrusionsbewegungen in erster Annäherung auf einem Kreisbogenausschnitt bewegt, sofern man ein ungehindertes Gegeneinandergleiten von Unterkiefer und Oberkiefer er-

möglicht, also z.B. solange der Gips in einem interponierten Bißnahmesäckchen noch flüssig ist (s. Abb. 29 a, b, c. In den Zeichnungen ist anstelle des Unterkiefers nur jeweils die dunkel schraffierte Spange in verschieden stark protrudierter Stellung abgebildet.)

Der Mittelpunkt M_m des Kreisbogens, auf dem sich der Unterkiefer bewegt, befindet sich bei seitlicher Betrachtung des Schädels etwa am vorderen oberen Rand der Orbita (s. Abb. 30).

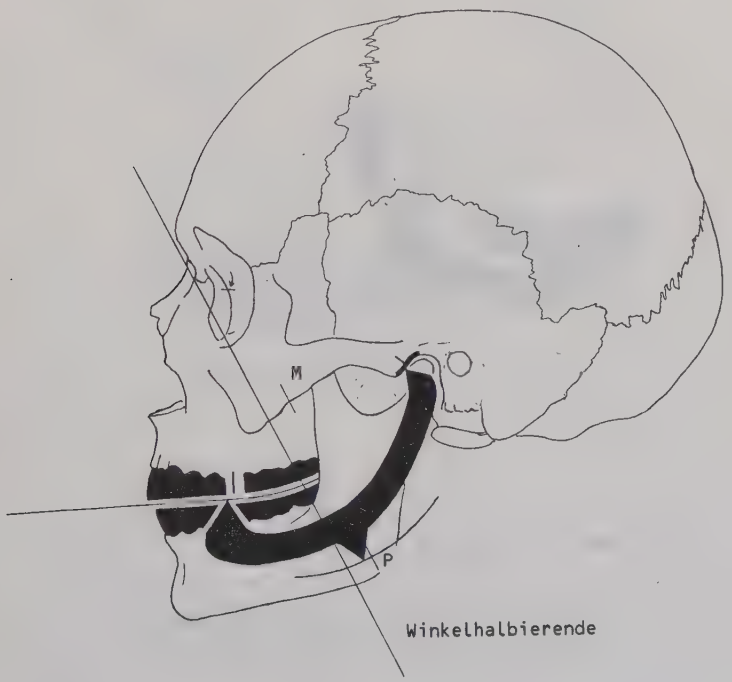


Abb. 29 a Bewegung des Unterkieferwinkels bei Protrusion-Retrusion annähernd auf einem Kreisbogen um M (grobe Näherung s. a, b, c)

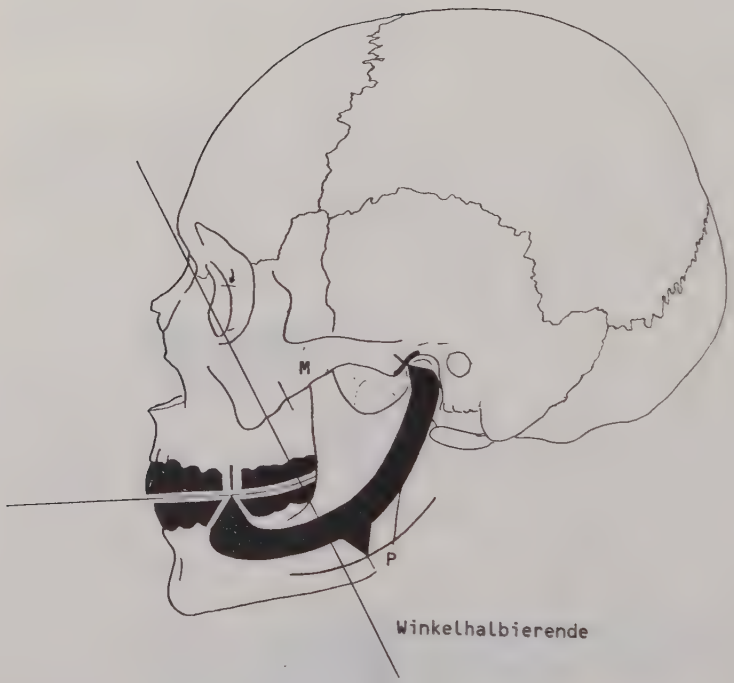


Abb. 29 b (Legende s. Abb. 29 a)

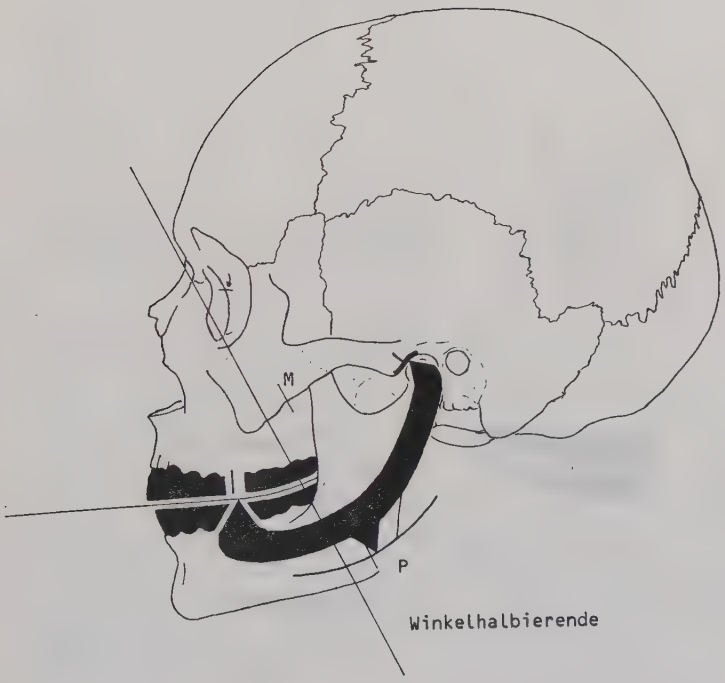


Abb. 29 c (Legende s. Abb. 29 a)

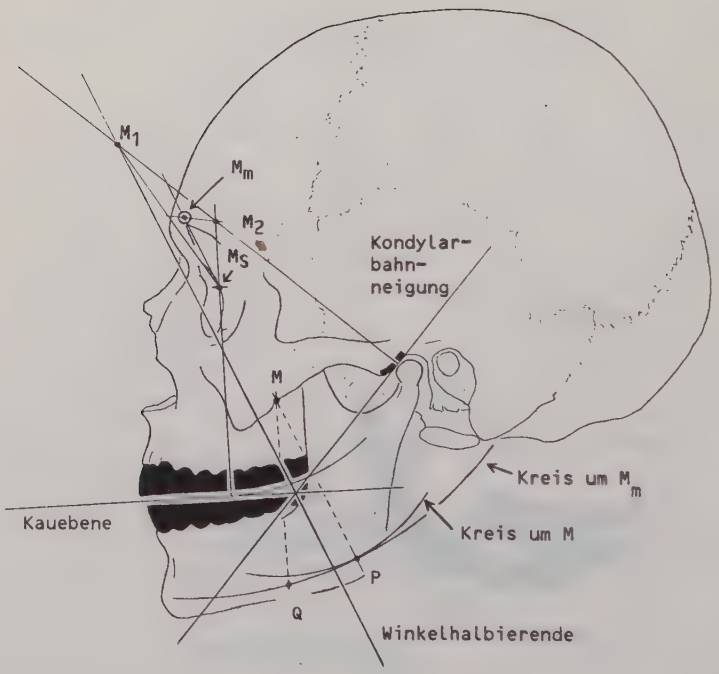


Abb. 30 Genauere Konstruktion des Mittelpunktes M_m der Kreisbewegung des Kieferwinkels bei Protrusion-Retrusion

Begründung

2.1.1 Der Sechs-Jahr-Molar, hier als Repräsentant der Seitenzahnreihe dienend, bewegt sich bei Protrusion-Retrusion parallel zur Kauebene; der Kondylus bewegt sich zur gleichen Zeit parallel zur Kondylarbahn. Die beiden Bewegungsrichtungen weichen deutlich voneinander ab; sie schließen in unseren Abbildungen einen Winkel von ca. 140 ° ein. Es kann daher nicht sein, daß sich der Unterkiefer als Ganzes bei Protrusion-Retrusion auf einer geraden Bahn bewegt. Er muß sich auf einer gekrümmten Bahn bewegen, die sich in erster Näherung als Teil eines Kreisbogens darstellen läßt.

2.1.2 Die vom Kondylus beschriebene Bahn (Kondylarbahn) soll Teil dieses Kreisbogenausschnittes sein; d.h., der Mittelpunkt unseres gesuchten Kreises muß auf einer Geraden durch den Kondylus liegen, die senkrecht auf der Kondylarbahn steht (in Abb. 30 dargestellt durch die Gerade M_1 M_2). Damit der gesuchte Kreisbogen auch die Kauebene berühren kann (der repräsentative Sechs-Jahr-Molar soll sich ja auf dem gleichen Kreisbogen bewegen) muß der Mittelpunkt des gesuchten Kreises auch auf der Winkelhalbierenden von Kondylarbahnneigung und Kauebene liegen. Der Punkt, der diese beiden Bedingungen erfüllt, ist M_1 in Abb. 30.

2.1.3 Die Bahn des von uns als Repräsentanten der Seitenzähne gewählten Sechs-Jahr-Molaren bei Protrus ion-Retrusion soll Teil des gesuchten Kreisbogenausschnittes sein, d.h. der Mittelpunkt des gesuchten Kreises muß auf einer Geraden durch den Sechs-Jahr-Molar liegen, die senkrecht auf der Kauebene steht (in Abb. 30 dargestellt durch die Gerade M_S M_2). Auf dieser Geraden liegt der Mittelpunkt der Spee'schen Kurve M_S. Wir nehmen in diesem Fall M_S als den Mittelpunkt des gesuchten Kreisbogenausschnittes, weil die Ausformung der Spee' schen Kurve im abradierten Gebiß

durch beständiges Aneinanderreiben der Seitenzähne bei Protrusion-Retrusion entlang eines Kreisbogenausschnittes zustandekommt. (Siehe hierzu die abradierten Gebisse von Naturvölkern bzw. Versuche, die von Zahnärzten durchgeführt wurden mit Bißschablonen, deren Bißwälle nicht aus Wachs, sondern einem Gemisch von Gips und Karborundsand bestehen. Diese Bißschablonen werden dem Patienten eingesetzt. Durch Mahlbewegungen des Unterkiefers werden diese Bißwälle im Mund in kurzer Zeit im Sinne einer Spee'schen Kurve eingeschliffen - s. REUMUTH und MÜLLER [9].)

2.1.4 Da wir in erster Näherung einen Kreisbogen suchen, auf dem sich Kondylus und Sechs-Jahr-Molar bei Protrusion-Retrusion bewegen, ist für den gesuchten Mittelpunkt zu fordern, daß sich die beiden Senkrechten aus 2.1.2 und 2.1.3, die eine durch den Kondylus, die andere durch den Sechs-Jahr-Molar in diesem Mittelpunkt schneiden (der Schnittpunkt entspricht in Abb. 30 dem Punkt M_2).

Aus Abb. 30 ist zu ersehen, daß die notwendigen Bedingungen für einen angestrebten Mittelpunkt unseres Kreisbogenausschnittes nur von den drei Punkten M_1, M_2 und M_S zusammen erfüllt werden. Wir schließen daher einen Kompromiß, indem wir den geometrischen Mittelpunkt (= Schwerpunkt) des Dreiecks M_1 M_2 M_S bestimmen und diesen zum Mittelpunkt M_m des gesuchten Kreisbogens erklären. Für eine erste Näherung mag das statthaft sein, ohne daß damit allzugroße Fehler verbunden sind. Es wird hier absichtlich nicht die Möglichkeit in Erwägung gezogen, daß sich Sechs-Jahr-Molar und Kondylus nicht auf einem Kreisbogen bewegen. In Wirklichkeit ist es zwar viel wahrscheinlicher, daß sich Kondylus und Sechs-Jahr-Molar auf verschiedenen Kreisbögen bewegen mit verschiedenen Mittelpunkten und unterschiedlichen Radien, was jedoch für die hier gesuchte Erklärung der Kaumechanik ohne Belang ist.

Zusammenfassung

Der Kieferwinkel bewegt sich bei Protrusion-Retrusion auf einem Kreisbogen, dessen Mittelpunkt in erster Näherung bei M_m liegt.

2.2 Für die beiden Kieferheber (M. masseter und M. pterygoideus med.) gilt bei Protrusion-Retrusion entsprechendes. Beide Muskeln sind - in etwas vereinfachter Darstellung - aufgespannt zwischen den beiden Punkten M und P (s. Abb. 29 a, b, c).

M befindet sich am Unterrand des Jochbogens und bedeutet einen wenngleich konstruierten, so jedoch der Muskelgeometrie nicht widersprechenden gemeinsamen Ursprung der beiden Kieferheber M. masseter und M. pterygoideus med..

P. bedeutet deren gemeinsamen Ansatz am Kieferwinkel. Bei Protrusion-Retrusion des Unterkiefers - freies Gleiten mit interponiertem Bißnahmesäckchen wiederum vorausgesetzt - bewegt sich P auf einem Kreisbogen um M_m. Dieser Kreisbogen unterscheidet sich aber für kleine Ausschläge von P (d.h. Protrusion von nur wenigen Millimetern) kaum erkennbar von einem Kreisboden um M (s. Abb. 30).
Das bedeutet zweierlei:

2.2.1 Der M. pterygoideus lateralis bewegt den Unterkieferwinkel bei Protrusion auf einem Kreisbogen um M_m, der für kleine Bereiche aber fast identisch ist mit einem Kreis um M. Das heißt: Der Protrusionsmuskel Pterygoideus lat. bewegt den Unterkieferwinkel annähernd auf einem Kreisbogen um M, wohingegen die beiden Kieferheber den Unterkieferwinkel zum Mittelpunkt M eben dieses Kreisbogens ziehen. Die beiden Muskelgruppen wirken also in Richtungen, die jederzeit mit hinreichender Genauigkeit senkrecht aufeinander stehen, so daß sie sich gegenseitig nicht stören

können - mit der einen Einschränkung, daß die Protrusionsbewegungen nicht zu groß werden.

Damit haben wir eine einfache Erklärung dafür gefunden, daß "Zubeißen" und Protruieren so leicht zu gleicher Zeit möglich sind. Kieferheber und Protrusionsmuskulatur sind demnach keine Antagonisten. Dies ist ein erster deutlicher Hinweis dafür, daß die Kondylen bei kräftigem Zubeißen (Kontraktion von Masseter und Pterygoideus med.) mitnichten in die Fossa des Kiefergelenks gezogen werden.

2.2.2 Gleichgültig,wie wenig sich die beiden Kreisbögen - der eine um M, der andere um M_m - im Bereich um P auch unterscheiden, sie sind an keiner Stelle zur Deckung zu bringen. Daraus folgt:
Bewegungen des Kieferwinkels in der Sagittalen (Protrusion-Retrusion), d.h. Bewegungen von P auf dem Kreis um M_m sind immer mit Längenänderungen (Dehnung) einer zwischen M und P aufgespannten Muskelfaser verbunden. (Eine Muskelfaser der Länge $\overline{M\,P}$ müßte bei einer Protrusionsbewegung von P nach Q auf die Länge $\overline{M\,Q}$ gedehnt werden, was der Protrusion entgegenwirken würde (s. Abb. 30).

Diese Längenänderungen sind aber für kleine Bereiche um P (2 - 3 mm) so minimal, daß nicht erwartet werden kann, daß sie im Kräftespiel zwischen Kieferhebern und Protrusionsmuskel beim Kauvorgang zum Tragen kommen.

Unter der Voraussetzung eines nahezu reibungslosen Gleitens der Kondylen auf deren Gelenkflächen und der beiden Kiefer gegeneinander (bei interponiertem Bißnahmesäckchen) können diese minimalen Längenänderungen indessen ausreichen, den Unterkiefer beim Zubeißen in eine relativ stabile, reproduzierbare Gleichgewichtsposition zu bringen und dort zu halten. Diese Gleichgewichtsposition des Unterkiefers ist gekennzeichnet durch die geringstmögliche

Länge der Kieferheber bei deren Kontraktion. Dies ist zugleich die Voraussetzung dafür, daß die Bißnahme mit dem Gipssäckchen überhaupt funktionieren kann.

Die Kräfte, die den Unterkiefer in diese Gleichgewichtsposition ziehen, sind insbesondere in unmittelbarer Umgebung dieser Position so gering (vergleichbar einer Kugel, die sich schon fast am tiefsten Punkt einer flachen Schale befindet), daß beispielsweise erhöhte Reibung, sei es zwischen den Zähnen (nicht einwandfrei flüssiger Gips im Bißnahmesäckchen) oder in den Gelenken (degenerative Veränderungen des Gelenkknorpels) ein störungsfreies "Eingleiten" in diese Gleichgewichtsposition behindern kann. Dies ist eine mögliche Erklärung dafür, daß die Bißnahme mit dem Gipssäckchen nicht immer eindeutig ausfällt, d.h. die Ergebnisse streuen.

2.3 Aus der dargelegten Schilderung ergeben sich nun Forderungen an die beiden Strukturen, die der Kraft der Unterkieferheber zu widerstehen haben (der M. temporalis sei auch an dieser Stelle noch vernachlässigt), das sind die beiden Kiefergelenke und der Oberkiefer:

2.3.1 Der für krafttragende Aufgaben geeignet erscheinende Knochen und Gelenkknorpel - sofern Bestandteile des Tuberculum articulare - sind an dessen distalem Abhang zu erwarten und nicht im Zenit der Fossa.

Begründung:

Der Vektor $\vec{A}$ in Abb. 31 gibt die Richtung an, in der die Kondylen von Masseter und Pterygoideus med (dargestellt durch Vektor $\vec{C}$) gegen das Tuberculum articulare gedrückt werden. Der Druck der Kondylen wirkt demnach in ventral-

kranialer und nicht in kranialer Richtung (siehe insbesondere unter 1. muskuläre Geometrie). Wir befinden uns mit dieser Feststellung in bestem Einklang mit der Anatomie des Gelenks. Bekanntlich ist der Knochen im Zenit der Fossa articularis durchscheinend dünn [11], am distalen Abhang des Tuberculum articulare indessen reichlich massiv. Laut MOFFET [6] handelt es sich beim hinteren Abhang des Tuberculum articulare "um Rekonstruktionsbereiche, in denen der ursprüngliche lamellenartige Knochen durch zahlreiche Generationen von Osteonen ersetzt wurde", was seiner Ansicht nach auf Belastungen bzw. Druck zurückzuführen ist, die an diesen Flächen einwirken (ähnlicher Knochenumbau wie im Oberschenkelhalsbereich). Eben dort ist auch der für Druckbelastung ausgelegte Gelenkknorpel zu finden [4] und nicht im Zenit der Fossa.

Dies ist ein zweiter deutlicher Hinweis dafür, daß die Kondylen beim Zubeißen nicht an den höchsten Ort der Fossa, den Zenit, geschoben werden.

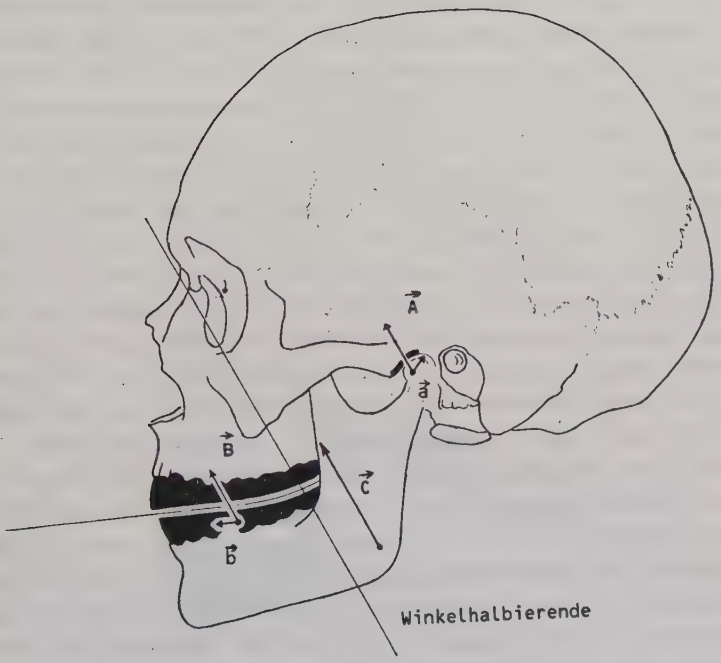


Abb. 31 Zerlegung der Kaukraft $\vec{C}$ in die beiden Komponenten, die auf das Oberkiefer ($\vec{B}$) und auf die Gelenkfläche ($\vec{A}$) wirken. Die Kräfte $\vec{a}$ und $\vec{b}$ sind wiederum die parallel zur Kaufläche bzw. Gelenkfläche wirkenden Komponenten der zugehörigen Kräfte $\vec{A}$ und $\vec{B}$. Die Komponenten $\vec{a}$ und $\vec{b}$ heben sich auf.

2.3.2 Die Spee'sche Kurve verhindert ein unwillkürliches Protrudieren bei kräftigem Zubeißen.

Begründung

Der distale Abhang des Tuverculum articulare (die Kondylarbahn) steht nicht senkrecht zur Kraft $\vec{A}$ (Abb. 31), die vom Gelenk getragen werden muß, da die Kraft der Kieferheber (Vektor $\vec{C}$) ja parallel zur Winkelhalbierenden wirkt. Daraus folgt: bei Kontraktion der Kieferheber sind die Kondylen bestrebt, nach distal-kranial entlang der Kondylarbahn in Richtung Zenit abzugleiten (s. Abb. 31, Vektor $\vec{a}$ und Legende zu Abb. 32). Genau die gleiche Tendenz zum Abgleiten, wenngleich nach mesial, entlang der Kauebene (Vektor $\vec{b}$), besteht für die Seitenzähne des Unterkiefers, solange sie frei gegen die Seitenzähne des Oberkiefers gleiten können (z.B. mittels eines Bißnahmesäckchens; eine durchaus vergleichbare Wirkung kann beim Kauen von Speisen zustandekommen, solange sich diese zwischen antagonistischen Okklusionsflächen befinden). Mit anderen Worten: dem Bestreben der Kondylen, bei Kieferschluß nach distal-kranial abzugleiten, steht ein Bestreben der Unterkiefermolaren entgegen, nach mesial abzugleiten. Beide Abgleitbestrebungen können sich in etwa solange das Gleichgewicht halten, wie Masseter und Pterygoideus med. in der Mitte zwischen den Orten ihres Auftretens ansetzen. Nur dann sind die Abgleitkräfte annähernd gleich groß, da auch nur unter dieser Voraussetzung die Andruckkräfte (Vektor $\vec{A}$ und Vektor $\vec{B}$ in Abb. 31)annähernd gleich groß sind. Da nun bei zunehmender Distal-Verlagerung eines gedachten Speiseteilchens (bzw. kleinen Gipssäckchens, das z.B. gerade so groß ist wie die Okklusionsfläche eines Prämolaren) die Kraft von Masseter und Pterygoideus med. auch zunehmend von diesem Speiseteilchen bzw. dem betroffenen Molaren getragen werden muß und im gleichen Maß

immer weniger vom Kiefergelenk (s. Abb. 32 Vektor $\vec{A}$ im Vergleich zu Vektor $\vec{B}$ - Verkürzung des Lastarmes bei gleichb leibendem Kraftarm), folgt, daß das Bestreben des jeweils betroffenen Unterkiefermolaren über das gedachte Speiseteilchen nach mesial abzugleiten, überhandnehmen müßte (vgl. Vektor $\vec{a}$ mit Vektor $\vec{b}$ in Abb. 32).

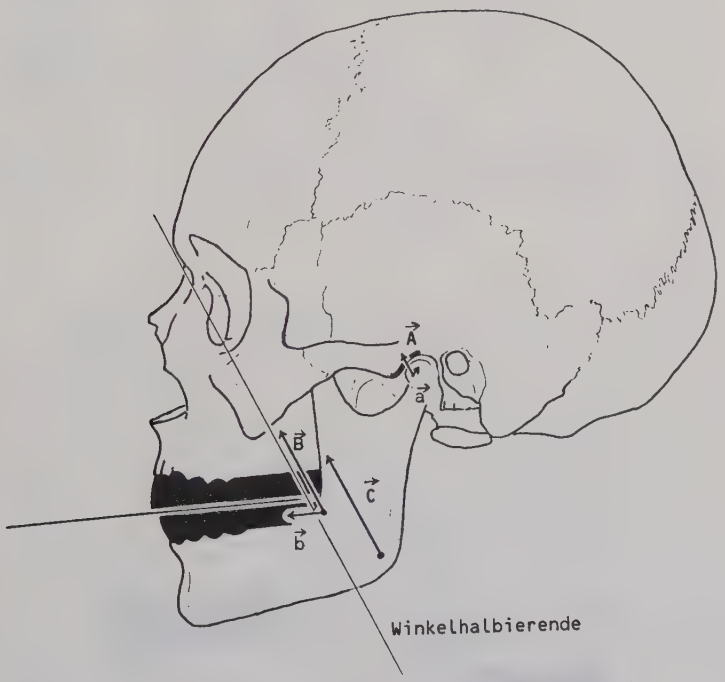


Abb. 32 Zunehmende Belastung der Molaren bei gleichzeitiger Entlastung des Gelenks beim Kauen in distalen Bereichen. Die Vektoren $\vec{a}$ und $\vec{b}$ sind wie in Abb. 31 jeweils die Komponenten der Vektoren $\vec{A}$ und $\vec{B}$, die parallel zur Kondylarbahn respektive Kauebene wirken, also den bezahnten Teil des Unterkiefers parallel zur Kauebene nach mesial bzw. den Kondylus parallel zur Gelenkfläche nach distal-kranial schieben möchten. Man beachte: Die Kauebene ist in der Sagittalen nicht gekrümmt. Daraus folgt: Die Komponente $\vec{b}$ der Kraft $\vec{B}$ wird immer größer im Vergleich zur Komponente $\vec{a}$ der Kraft $\vec{A}$, was eine Protrusion auslösen würde.

Diesem überhandnehmenden Bestreben, d.h. zunehmenden Protrudieren des Unterkiefers, könnte nur der M. temporalis entgegenwirken. Er müßte es auch, wenn nicht durch die Krümmung der Spee'schen Kurve erreicht würde, daß das Bestreben der Unterkiefermolaren, nach mesial abzugleiten, in zunehmend distalen Bereichen immer geringer wird im Vergleich zur distal immer größer werdenden Anpreßkraft (s. Abb. 33 - vgl. Vektor $\vec{a}$ mit Vektor $\vec{b}$ am Fußpunkt von Vektor $\vec{B}$). Die Krümmung der Kauebene bewirkt, daß die protrudierende Komponente $\vec{b}$ der Anpreßkraft $\vec{B}$, d.h. die parallel zur Kauebene wirkende Komponente distal relativ zu $\vec{B}$ immer kleiner wird, weil sich der Winkel zwischen Kauebene und Anpreßkraft distal immer mehr einem rechten Winkel annähert.

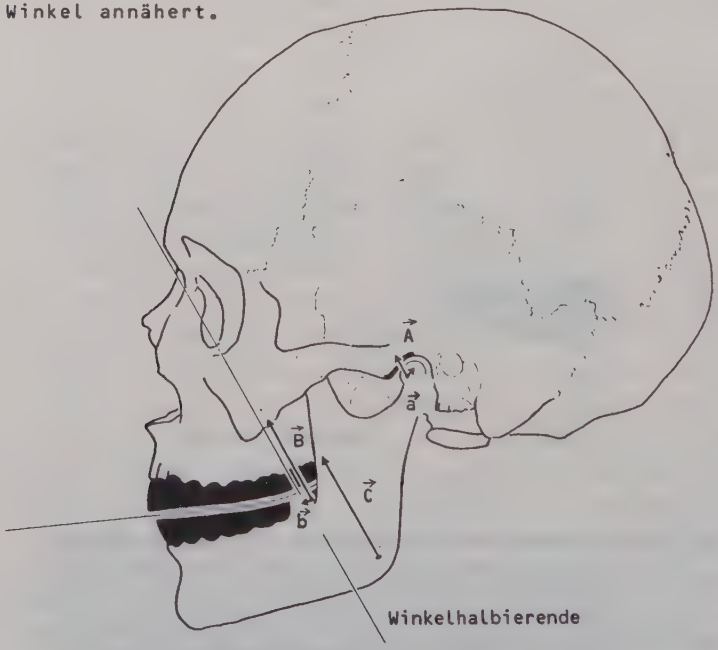


Abb. 33 Die Spee'sche Kurve verhindert die Entstehung einer protrudierenden Kraft beim Kauen in distalen Bereichen (vgl. $\vec{b}$ mit $\vec{a}$).

Diese Entlastung des M. temporalis durch die Spee'sche Kurve erscheint sinnvoll, da er der Muskel ist, der zum Kauen auf den distalen Molaren benötigt wird (s. Abb. 34 Vektor $\vec{A}$: distal-kranial Verlagerung der Kondylen durch Zug des M. temporalis und dadurch betontes Okkludieren der distalen Molaren). Bei nicht vorhandener Spee'scher Kurve (Abb. 32) würde der M. temporalis darüber hinaus auch noch zur Neutralisierung der in diesem Fall zwangsläufig auftretenden Protrusionskräfte beim Kauen im Bereich der Molaren benötigt.

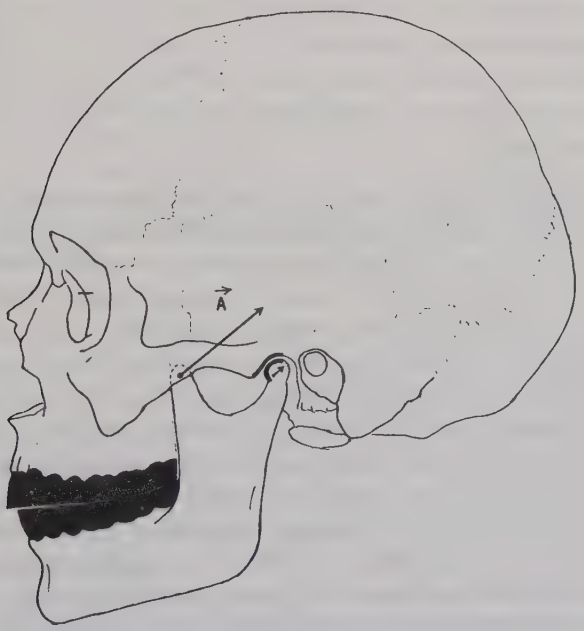


Abb. 34 Nach distal zunehmend enger werdender Spalt zwischen den Okklusionsflächen von OK und UK bei retrudiertem UK aufgrund distal-kranial Verlagerung der Kondylen durch den M. temporalis ($\vec{A}$) (= betontes Beißen auf die "hinteren Zähne")

2.3.3 Beobachtungen an normal bezahnten Probanden (Patienten) scheinen die Annahme zu rechtfertigen, daß tatsächlich die mehr oder weniger ausgeprägte Möglichkeit besteht, betont auf die distalen oder betont auf die mesialen Molaren (Prämolaren) zu beißen oder aber auch betont in die "Mitte" zu beißen (entspräche maximalem Vielpunktkontakt). Für betontes Beißen auf die mesialen Molaren ist außer der Kontraktion der Mm. masseteres und pterygoidei med. eine Kontraktion der Mm. pterygoidei lat. nötig; für betontes Beißen auf die distalen Molaren ist zusätzlich zur Kontraktion der Mm. masseteres und pterygoidei med. eine Kontraktion der Mm. temporales, insbesondere ihrer dorsalen Portionen nötig. Daß dem so ist, läßt sich leicht mit dem tastenden Finger überprüfen, den man über dem Ohr auf den M. temporalis legt und dabei bewußt auf die "hinteren" Zähne beißt.

Für betontes "in-die Mitte-Beißen" (maximaler Vielpunktkontakt) sollten Masseter und Pterygoideus med. ausreichen. In Wirklichkeit scheint die ventrale Portion des M. temporalis aber immer leicht und mit zunehmender Kraft des Zubeißens immer stärker beteiligt zu sein (zur Funktion des Temporalis siehe 2.3.4). Vereinigt man die drei genannten Möglichkeiten des Zubeißens ("vorne", "mitten" und"hinten") zu einem Ganzen, so läßt sich daraus für den Unterkiefer die Möglichkeit herleiten, nach Art eines Wiegemessers zu okkludieren, wobei den Front- bzw. Eckzähnen die Aufgabe zukommt, diese in leichter Protrusion beginnende Wiegebewegung "einzufädeln" (Frontzahn- bzw. Eckzahnführung). Der Ort des maximalen Okkludierens würde dabei - beginnend mit dem "Einfädeln" durch Front- bzw. Eckzähne - von den Prämolaren über die mittleren zu den distalen Molaren wandern. Diese Vorstellung eines "wiegenden Okkludierens" läßt sich von zwei Seiten her stützen.

2.3.3.1 Zum einen entdeckt MC. NAMARA [7] (und ebenso MØLLER [5]), "daß der obere Kopf des M. pterygoideus lat. beim Schließen des Unterkiefers als erster elektromyografisch aktiv wird" (MC. NAMARA konnte sich seiner Elektrodeneinführung sicher sein, weil seine Versuchstiere getötet und seziert wurden). Der Kieferschluß beginnt demnach offenbar in leicht protrudierter Stellung.

2.3.3.2 Zum anderen legt die Beobachtung, daß mit zunehmend stärkerem Aufeinanderpreßen der Zähne im maximalen Vielpunktkontakt sich die Muskelaktivität im M. temporalis von frontal mehr und mehr in seine dorsalen Portionen ausdehnt (= direkter Zug am Proccesus coronoideus nach dorsal = Retrusion der Mandibula - leicht mit dem tastenden Finger über dem Ohr zu überprüfen), die Vermutung nahe, daß oben genannte Wiegebewegung des Unterkiefers bei festem Zubeißen ganz unwillkürlich abläuft. Hierher gehört auch, daß elektromyografische Untersuchungen von MØLLER [5] eine Retrusion der Mandibula durch die dorsale Portion des M. temporalis beim Kauen ergaben. Diese Retrusion der Mandibula bedeutet für die Kondylen, daß sie von der Gelenkfläche des Tuberculum articulare direkt nach dorsal gezogen bzw. abgeschoben werden; der Diskus des Gelenks wird dabei druckentlastet. Voraussetzung dafür aber ist, daß sich die Kondylen zu diesem Zeitpunkt nicht am höchsten Ort der Fossa befinden, ansonsten würden sie dabei gegen das dorsal-kraniale Dach der Fossa gezogen.

Kräftesparend, d.h. ökonomisch, wäre diese Art des Kauens durchaus; jedenfalls ökonomischer als eine mehr hackende Kaubewegung, bei der die Zahnreihen gleichzeitig über ihre gesamte mesio-distale Länge in maximalen Kontakt träten.

Man sollte sich das "wiegende Okkludieren" also so vorstellen: Pterygoideus lat. und dorsale Portion des Temporalis sind antagonistisch wirkende Muskeln, die die Kaukrafteinwirkung auf die Parodontien der Seitenzähne derart steuern, daß, angefangen von Prämolar 1 fortlaufend bis Molar 3 hintereinander das Maximum der Kaukraft über die Seitenzähne "hinwegrollt" (s. Abb. 35).

Abb. 35 Zeichnerisch übertreibende Darstellung des "wiegenden Okkludierens"

Die Bedeutung der Spee'schen Kurve, ohne die ein "wiegendes Okkludieren" ja nicht vorstellbar wäre (s. Abb. 34, 35 und 36) liegt u.a. auch darin, daß die Okklusionsflächen der Molaren distal immer mehr einem rechten Winkel zur wirkenden Kraft von Masseter und Pterygoideus med. bzw. einem rechten Winkel mit dem Radius der Retrusionsbewegung zustreben.

Daraus folgt zweierlei:

2.3.3.3 Einmal verliert sich auf diese Weise das durch Retrusion aus der habituellen Okklusion bedingte geringfügige Klaffen der mesialen Molaren (Prämolaren) distal-wärts immer deutlicher zugunsten einer Parallelverschiebung der antagonistischen Okklusionsflächen gegeneinander, was einer Mahlbewegung gleichkommt (s. Abb. 34).

2.3.3.4 Zum anderen können die gegen Ende des "wiegenden Okkludierens" abzufangenden Kräfte breitflächig und unter axialer Belastung der distalen Molaren aufgenommen werden. Der kraftvolle Kieferschluß endet so sanft ausrollend und nicht abrupt nach Art eines Molarenfulcrum [10], wie dies bei distal gerade endenden Zahnreihen der Fall sein kann (s. Abb. 36) oder auch bei einer "scharfen" Verzahnung der antagonistischen Okklusionsflächen ohne jede sogenannte "long centric".

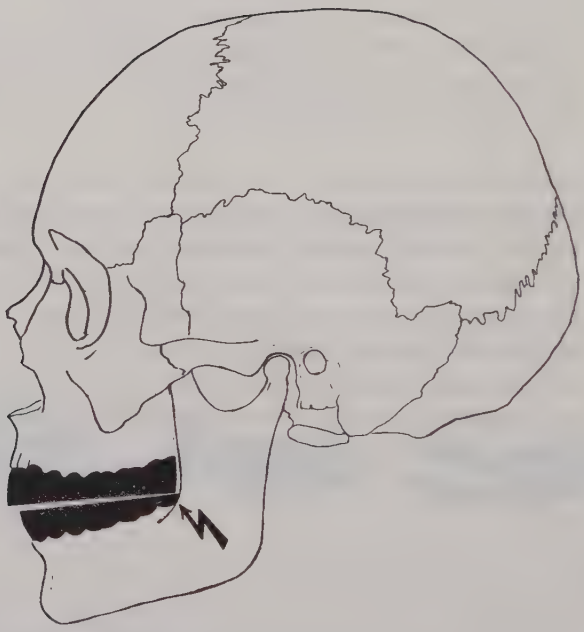


Abb. 36 Abruptes Stoppen der Kieferschließbewegung bei distal gerade endenden Zahnreihen

2.3.3.5 Das "wiegende Okkludieren" brächte mit sich, daß es der Natur nicht länger als Nachlässigkeit interprtiert zu werden bräuchte, daß sie einer großen Zahl von Menschen (90 % - GUTOWSKI [1]; 97 % - LAURITZEN [4]) die Möglichkeit gab, aus der habituellen Okklusion heraus den Unterkiefer

noch retrudieren zu können. Dieser Spielraum nach distal ist für ein "wiegendes Okkludieren" unerläßlich; er dient dazu, die durch die Spee'sche Kurve gegebenen Möglichkeiten nutzen zu können und bewahrt die Kiefergelenke davor, einen Großteil der beim Kieferschluß auftretenden Kraft abfangen zu müssen, weil die Wiegebewegung distal ausschließlich von den Zähnen zum Stehen gebracht wird und nicht vom Gelenk, das nach distal-kranial dann immer noch Spiel hat. Das Gelenk wird so bei kräftigem Kieferschluß nicht nach dorsal und nicht nach kranial, sondern nach mesio-kranial in Richtung auf den distalen Abhang des Tuberculum articulare belastet (s. Abb. 33, Vektor $\vec{A}$).

2.3.4 Der M. temporalis ist bei den bisherigen Überlegungen in den Hintergrund getreten, weil er von seiner Anordnung her durchaus nicht als reiner Kieferheber erscheint. Zu diesem Zweck wäre sein Ansatz am Processus coronoideus auffallend ungünstig:

2.3.4.1 Sein Kraftarm ist kurz im Vergleich zum Lastarm. Da er relativ kondylusnahe ansetzt und überdies zu großen Teilen auch noch <u>parallel</u> zur Kondylarbahn zieht, hat er eine stark retrudierende Wirkung. Er zieht den Kondylus in Richtung Zenit der Fossa (s. Abb. 34).

2.3.42 Seine dorsalen Portionen tragen rein gar nichts zur Kraft der Kieferschließbewegung bei; sie wirken rein retrudierend bzw. heben die Kondylen nach dorsal von der Gelenkfläche ab.

Daraus ziehen wir den Schluß, daß der Temporalis zwar mit Sicherheit Kraft zur Kieferschließbewegung beiträgt, daß er aber in hohem Maße eine die Kieferschließbewegung steuernde Funktion hat (s. oben: seine Funktion als Antagonist des Pterygoideus lat.).

2.3.4.3 Anmerkung

In diesem Zusammenhang scheint eine Beobachtung, eine mögliche entwicklungsgeschichtliche Bedeutung des M. temporalis betreffend, nicht uninteressant:
Es fällt auf, daß bei Primaten die Verkümmerung des Temporalis von zum Teil gewaltigen Ausmaßen zeitlich offenkundig einhergeht mit der Verkümmerung der Eckzähne ("Reiß-Zähne").
Beim "Reißen" wird der Unterkiefer mit ausgesprochener Gewalt im Sinne einer Protrusion belastet. Dementsprechend ist der Faserverlauf des Temporalis bei Primaten mit noch mächtigen Reißzähnen so gerichtet, daß er dieser Belastung des "Reißens" bestens standhalten kann und nicht das Kiefergelenk dies tun muß: der Temporalis wirkt in diesen Fällen massiv retrudierend. Entwicklungsgeschichtlich erfüllte der Temporalis also mit Sicherheit auch ganz andere Zwecke, als den Kiefer zu heben.

3. Zur Veranschaulichung und zugleich auch Überprüfung der in 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3 aufgestellten Behauptungen haben wir ein Modell angefertigt, mit dem sich die Funktion des Unterkiefers in sagittalen Bewegungsabläufen immitieren und kontrollieren läßt.

Die Modellabmessungen entstammen Durchschnittswerten von Fern-Röntgen-Seitenaufnahmen.

Das Modell:

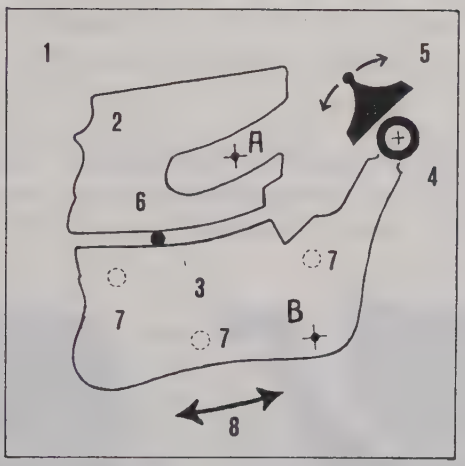


Abb. 37 Halbschematische Darstellung der Versuchsvorrichtung

1) Grundplatte aus 3 mm Aluminiumblech
2) OK-Attrappe aus 3 mm Aluminiumblech (mit 3 mm starker Zwischenlage auf Grundplatte(1) montiert)
3) UK-Attrappe aus 3 mm Aluminiumblech (liegt auf 3 Kugeln (7) von 3 mm Durchmesser der Grundplatte (1) auf)
4) Kugellager, Kondylus und Gelenk ersetzend
5) Gelenkwiderlager (Kondylarbahn), von 0° bis 90° um den Mittelpunkt des Kugellagers (4) schwenkbar
6) Kugel zwischen OK- und UK-Okklusionsflächen, freies Gleiten der beiden Kiefer gegeneinander ermöglichend
7) Kugeln (drei) zwischen Grundplatte (1) und UK-Attrappe (3)
8) mögliche Pendelbewegung (um M_m, s. Abb. 30) des UK, der demnach in seiner Gesamtheit rollend gegen Grundplatte (1), OK (2) und Kondylarbahn (5) gelagert ist.

Zwischen den Punkten A und B wirkt eine Feder, die den Zug von Masseter und Pterygoideus med. ersetzt.

3.1 Behauptung aus 2.3.1:
Die Kondylen werden bei kräftigem Zubeißen nicht nach kranial in den Zenit der Fossa gezogen, sondern nach ventral-kranial, etwa in Richtung der Winkelhalbierenden zwischen Kondylarbahnneigung und Kauebene.

Versuch 1:
Die Kugel (6) liegt zwischen den Zähnen 25/35. Die Kondylarbahn (5) ist horizontal eingestellt, so daß sie den Kondylus nur nach kranial abstützen kann (s. Abb. 38 a).

a) b)

Abb. 38 Starkes Protrudieren der Mandibula bei rein kranialer Abstützung der Kondylen (a)

Kein Protrudieren der Mandibula bei ventral-kranialer Abstützung der Kondylen (b)

Beobachtung 1:
Der Unterkiefer kann bei Federzug (Kontraktion der Kieferheber) nicht in seiner Lage gehalten werden; er gleitet nach mesial ab im Sinne einer starken Protrusion, verur-

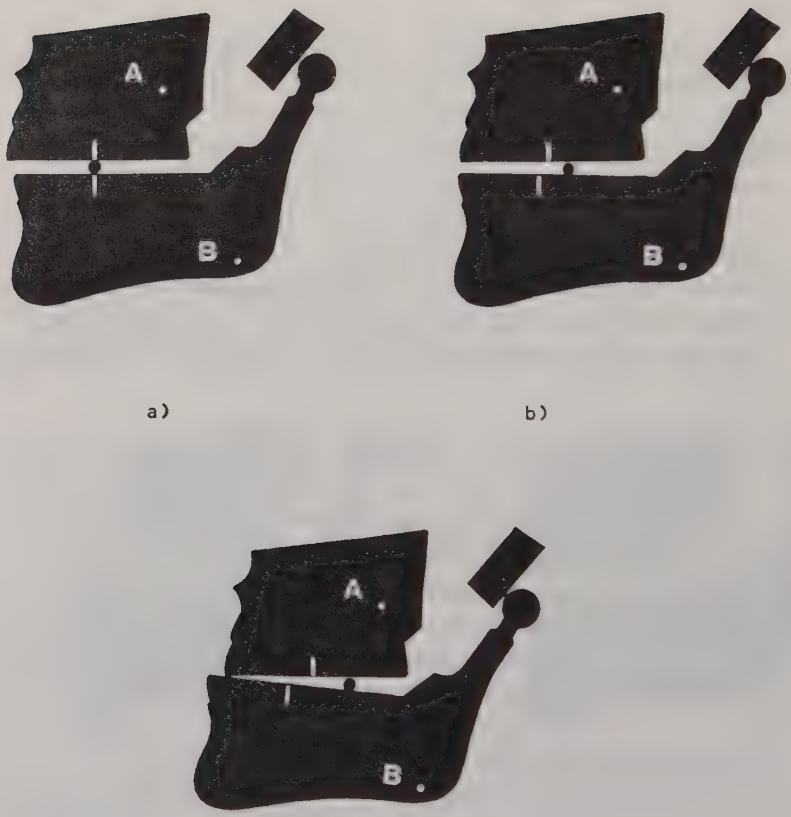
sacht durch die Kieferheber bei rein kranialer Abstützung der Kondylen.

Beobachtung 2:
Der Unterkiefer kann von den Kieferhebern erst dann stabil in seiner Lage gehalten werden, wenn man den Kondylen die Gelenkfläche (= Kondylarbahn) in ventraler Richtung "in den Weg" stellt, d.h., die Kondylarbahn neigt (s. Abb. 38 b). Die Abstützung der Kondylen nach ventral-kranial ist demzufolge wesentlich, nicht so sehr die rein kraniale.

Beobachtung 3:
Der Versuch zeigt, daß, um eine stabile Lage des Unterkiefers zu ermöglichen (Abb. 38 b), die Kondylarbahn etwa so weit geneigt werden muß, daß der Winkel, den sie mit der Muskelzugrichtung $\vec{AB}$ einschließt, annähernd gleich ist dem Winkel zwischen Muskelzugrichtung und Kauebene. Das bedeutet, die Kondylarbahn muß so weit geneigt werden, bis die Muskelzugrichtung tatsächlich zur Winkelhalbierenden des Winkels zwischen Kondylarbahnneigung und Kauebene wird.

3.2 Behauptung aus 2.3.2:
Die Spee'sche Kurve kann Protrusionskräfte kompensieren, die beim Kauen in zunehmend distalen Bereichen auftreten.

Versuch 2:
Die Kugel (6) liegt zwischen 25/35; die Kondylarbahn ist so eingestellt, daß sich der Unterkiefer bei Kontraktion der Kieferheber im Gleichgewicht befindet. Die Okklusionsflächen sind eben (s. Abb. 39).



a) b)

c)

Abb. 39 Die Mandibula befindet sich im Muskelgleichgewicht. OK und UK berühren sich über die Zähne 25/35 (a); zunehmend starkes Protrudieren der Mandibula bei Distalverlagerung des Berührungspunktes (b, c)

Beobachtung:

Je weiter die Kugel nach distal geschoben wird, um so stärker protrudiert der Unterkiefer durch die Kraft der Kieferheber (s. Abb. 39 b und c).

Versuch 3:
Die Anordnung ist die gleiche wie bei Versuch 2, nur sind die Kiefer mit ebenen Okklusionsflächen durch solche mit Spee'scher Kurve ersetzt (es handelt sich um eine original Spee'sche Kurve, deren Mittelpunkt bei M_S liegt - s. Abb. 30). Die Kugel (6) wird in den Abb. 40 a bis d immer weiter nach distal verschoben. In Abb. 40 a wird der Unterkiefer von den Kieferhebern (Federzug) im Gleichgewicht gehalten.

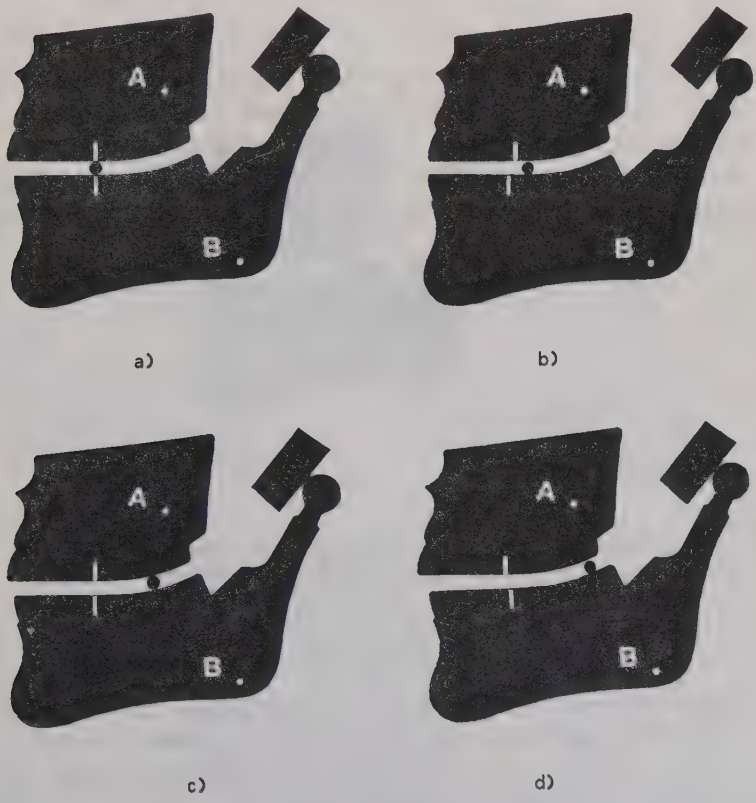


Abb. 40 Noch unvollkommene Kompensation protrudierender (b) bzw. auch retrudierender (d) Kräfte bei zunehmender Distalverschiebung der Kontaktstellt zwischen OK und UK durch die original Spee'sche Kurve.

Beobachtung:
In Abb. 40 c konnte durch die - nach Maßgabe der Spee'schen Kurve - bei 36 beginnende sagittale Verwindung die leichte Protrusion, erkennbar in Abb. 40 b, wieder kompensiert werden, so daß der ausgewogene Zustand von Abb. 40 a wieder herrscht. Bei noch weiterer Distalverlagerung der Kugel ergibt sich aber eine Retrusion des Unterkiefers (Abb. 40 d). Daraus folgt, die sagittale Verwindungskurve beginnt zu spät (daher Protrusion in Abb. 40 b) und verläuft zu steil (daher Retrusion in Abb. 40 d).

Versuch 4:
Durch Ausprobieren läßt sich eine sagittale Verwindungskurve ermitteln, die die Erscheinungen von Versuch 3, Abb. 40 b und 40 d nicht mehr zeigt. Die Kurve beginnt weiter mesial und verläuft flacher. Ihr Mittelpunkt liegt bemerkenswerterweise in unmittelbarer Nähe von M_m in Abb. 30.

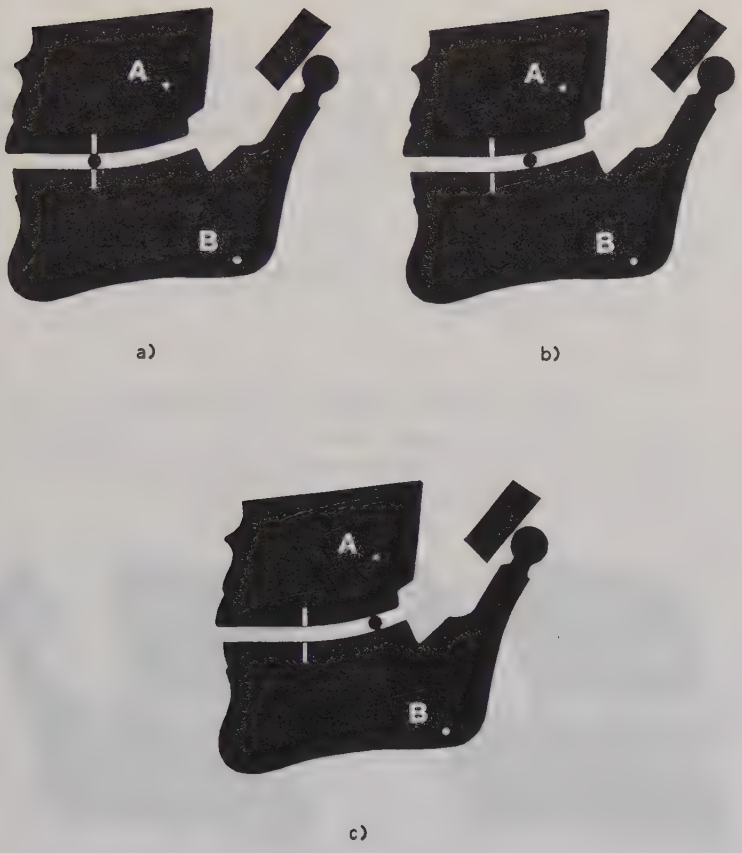


Abb. 41 Vollständige Kompensation protrudierender Kräfte durch Modifikation der Spee'schen Kurve (a,b,c)

Beobachtung:
Gleichgültig, wo immer sich die Kugel (6) zwischen Ober- und Unterkiefer befindet, der Unterkiefer kann jederzeit von den Kieferhebern (= Federzug zwischen Punkt A und Punkt B) stabil im Gleichgewicht gehalten werden. Es

werden also weder Protrusions- noch Retrusionskräfte wirksam; sie werden von dieser sagittalen Verwindungskurve voll kompensiert (die allerdings nicht identisch ist mit der Spee'schen Kurve).

3.3 Behauptung aus 2.3.3
Bei Protrusion-Retrusion kommt eine Wiegebewegung des Unterkiefers zustande.

Versuch 5:
Die Anordnung ist die gleiche wie bei Versuch 4. Die Kugel (6) ist bei 26/36 interponiert. Wir führen von Hand leichte Protrusions-Retrusionsbewegungen mit dem Unterkiefer durch (s. Abb. 42 a, b, c).

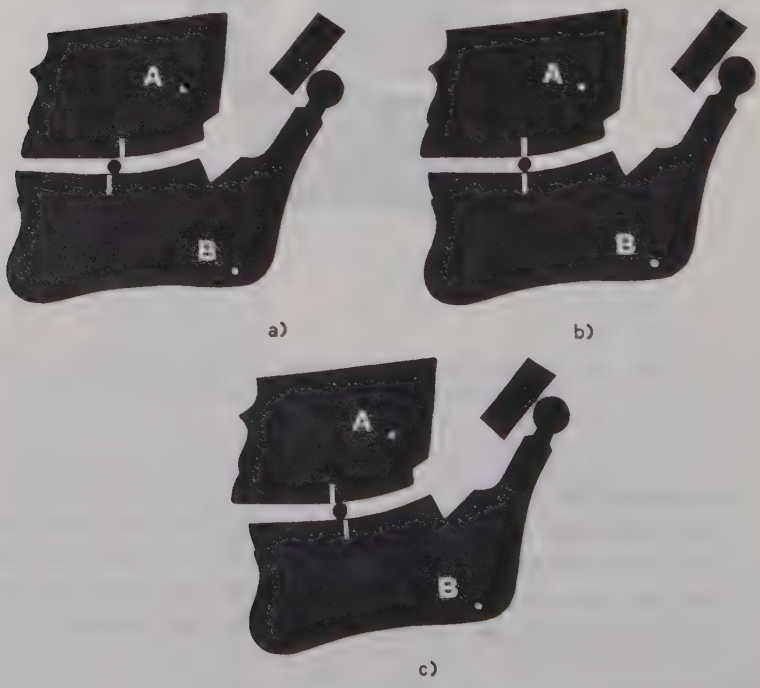


Abb. 42 Wiegebewegung der Mandibula bei Protrusion-Retrusion (a und c)

Beobachtung:
Der Unterkiefer bewegt sich bezüglich des Oberkiefers nicht nach Art einer Parallelverschiebung. Bei Protrusion nähern sich die mesial der Kugel liegenden antagonistischen Okklusionsflächen einander und die distal der Kugel liegenden entfernen sich voneinander. Bei Retrusion gilt das umgekehrte; der Unterkiefer führt also eine wiegende Bewegung aus.

4. Bedeutung der Ergebnisse für den Zahnarzt

Eine Bißnahme hat im allgemeinen keinen Sinn für die Anfertigung einzelner Kronen, sondern nur in den Fällen, in denen die Bißlage insgesamt bestimmt werden soll. Die gängigen Bißnahmeverfahren, bei denen der Kondylus des Kiefergelenks (im technischen Sinn ein Dreh-Gleitlager) vom Zahnarzt oft in eine Position manöveriert wird ("hinterste" resp. "vorderste", "oberste" usw. - s. Einleitung), in der er kaum mehr gleiten, sondern nur noch drehen kann, liefern zwar nicht selten verwendbare und wie zu erwarten auch reproduzierbare, wohl aber kaum physiologische Ergebnisse.
Der Sinn der Bißnahme besteht unserer Auffassung nach darin, die physiologisch korrekte Position des gleitenden Lagerteiles des Kiefergelenks am distalen Abhang des Tuberkulum zu ermitteln. Zu diesem Zweck ist es unzulässig, diesen "Lagerteil" - das ist der Gelenkdiskus mit dem darin eingebetteten Kondylus - wohin auch immer zu schieben und sei es von noch so zarter Hand.

Das hier vorgestellte dynamische Bißnahmeverfahren räumt dem Kondylus jede erforderliche Freiheit ein, im Zusammenspiel mit der Kaumuskulatur seine physiologische Position

zu finden und erlaubt, sie auch zu registrieren. Diese Position wird in den wenigsten Fällen irgendeine "soundso-ste" sein, sondern eine"sehr individuelle". Methodische Fehler vieler anderer Verfahren (Innenstiftregistrierung z.B. nach GERBER oder einfaches Wachsbißregistrat) werden auf diese Weise eliminiert unter Beibehaltung, wenn nicht Verbesserung der Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der einzelnen Registrate untereinander.

Das dynamische Bißnahmeverfahren erfordert für die Arbeit am Stuhl und auch für die Arbeit im Labor nur geringfügig mehr Zeit, dafür werden mißlungene Bißnahmen vor der Anfertigung von in diesem Fall unzweckmäßigem Zahnersatz erkannt.

Die übliche nochmalige Kontrollbißnahme unmittelbar vor dem endgültigen Einsetzen beispielsweise von Prothesen (sog. "Checkbiß") und die oft sich daraus ergebende mühsame Korrekturarbeit erwiesen sich in allen Fällen, in denen der Verfasser diese Methode anwandte, als überflüssig - sehr zur Zufriedenheit der Patienten.

Demgegenüber konnte der Verfasser u.a. in einem Fortbildungskurs beobachten, daß sich von 20 nach einem anderen gängigen Bißnahmeverfahren angefertigte Prothesen nur eine nach dem Checkbiß noch als halbwegs passend erwies, jedoch auch nicht ohne nachträgliche Korrekturen an der Bißlage - und dies alles trotz großer Sorgfalt der betroffenen Zahnärzte, die diese Prothesen anfertigten.

Was die Sorgfalt anlangt, so stellte sich im Laufe der Untersuchungen zur dynamischen Bißnahme heraus, daß die Anwesenheit des Zahnarztes bei der Bißnahme mitunter sogar eher stört als nützt, regt sie doch so manchen Patienten zu besonders "sorgfältiger" Mitarbeit an. Dies bedeutet

bei Bißnahmen nichts anderes als den Versuch, besonders "genau" zu beißen, was gewöhnlich zum Gegenteil führt: Die Registrate streuen besonders stark.

Es erscheint durchaus vorstellbar, daß gerade die dynamische Bißnahme nicht mehr Bestandteil der eigentlichen Behandlungszeit durch den Zahnarzt zu sein braucht, sondern besser von entsprechend ausgebildetem Hilfspersonal ganz in Ruhe in einem Nebenraum durchgeführt wird.

VI

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird ein Bißnahmeverfahren vorgestellt, dessen wesentliches Merkmal darin besteht, daß der Patient auf ein frei verformbares Polster beißt, das jeglichen reibenden Kontakt zwischen Unterkiefer und Oberkiefer bei gleichzeitig kräftigem Zubeißen unmöglich macht. Es stellt eine schwimmende Drucklagerung zwischen Oberkiefer und Unterkiefer her. Durch Aushärten des Polsters wird die jeweilige Bißlage registriert.

Die klinische Erprobung zeigt in sehr vielen Fällen eine beachtlich hohe Präzision, was die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der mit dieser Methode erhaltenen Bißregistrate anlangt. Es handelt sich um Registrate, zu deren Zustandkommen ausschließlich die individuelle Anatomie bzw. Physiologie von Gelenk, Muskulatur und Kieferknochen beitragen. Der Zahnarzt als Fehlerquelle ist ausgeschlossen.

Beobachtungen, die während der Erprobung dieses Bißnahmeverfahrens am Patienten gemacht werden konnten, führten teilweise zu einem veränderten Verständnis der Kiefermechanik:

1) Der Unterkiefer bewegt sich bei Protrusion-Retrusion auf einem Kreisbogen, dessen Mittelpunkt sich bei seitlicher Ansicht des Schädels in der Gegend über dem vorderen, oberen Orbitarand befindet.

2) Masseter und Pterygoideus med. wirken in radialer Richtung, behindern also kleine Bewegungen der Mandibula auf dem Kreisbogen (= Protrusion-Retrusion) nicht.

3) Masseter und Pterygoideus med. (= Hauptkieferschließer) schieben die Kondylen bei Kontraktion nicht in die Fossae der Gelenke. Die knöcherne Anatomie der Gelenke, insbesondere der Fossae, unterstützt diese Behauptung entschieden.

4) Masseter und Pterygoideus med. ermöglichen der Mandibula bei Kontraktion eine dynamische Gleichgewichtsposition, vergleichbar einer Kugel in einer Schale. Diese Gleichgewichtsposition ist Grundlage des dynamischen Bißnahmeverfahrens.

5) Die Spee'sche Kurve kompensiert protrudierende Kräfte, die beim Kauen mit ebenen Seitenzahnreihen auftreten müssen.

6) Der Unterkiefer hat die Möglichkeit, nach Art eines Wiegemessers zu okkludieren, wobei der Ort des maximalen Antagonistenkontaktes bei Kieferschluß von mesial nach distal wandert. Dies erscheint sinnvoll und läßt sich mit der Physiologie der Kaumuskulatur untermauern.

7) Der Temporalismuskel scheint von seiner Anordnung und Funktion her gesehen großenteils weniger ein Kieferschließmuskel zu sein, als viel mehr ein den Kieferschluß steuernder Muskel, so wie das für den Pterygoideus lat. gilt, dessen Antagonisten er abgibt.

8) Sämtliche wesentlichen Ergebnisse und Behauptungen dieser Arbeit lassen sich experimentell belegen.

9) Die Anwendung des dynamischen Bißnahmeverfahrens liefert in der Praxis deutlich bessere Ergebnisse als herkömmliche Verfahren.

L I T E R A T U R N A C H W E I S

1) Bauer, A.; Gutowski, A. — Gnathologie, Einführung in Theorie und Praxis
Buch- und Zeitschriftenverlag "Die Quintessenz", Berlin 1975

2) Dawson, P. E. — Grundzüge der Okklusion
Verlag Zahnärztlich-Medizinisches Schrifttum, München 1978

3) Gerber, A. — Registriertechnik für Prothetik, Okklusionsdiagnostik, Okklusionstherapie
Condylator-Service, Zürich 1974
Postfach 114, CH-8028 Zürich

4) Lauritzen, A. G. — Atlas of Occlusal Analysis
Boulder, Colorado 1974
Johnson Publishing Co.

5) Møller, E. — Neuromuskuläre Aspekte der normalen und der gestörten Funktion des mastikatorischen Systems. Kiefergelenk und Okklusion, Quintessenz Verlags GmbH, 33-66, Berlin 1980

6) Moffet, B. C.; Johnson, L. C.; McCabe, J. B.; Askew, H. C. — Articular remodeling in the adult human temporomandibular joint
Am. J. Anat 15: 119 - 142, 1964

7) McNamara, J. A., Nr. — Neuromuscular and skeletal adaptions to altered orofacial funktion.
Monograph No. 1, Craniofacial Growth Series, Center for Human Growth and Development,
Ann Arbor, Michigan, 1972

8) Ramfjord, S. P.; Ash, M. — Occlusion. W. B. Saunders Company, Philadelphia 1966

9) Reumuth, E. und Müller, W. — Zur Gestaltung des Kauflächenkomplexes bei totalen Prothesen
Zahnärztliche Rdsch. 67, 210, 1958

10) Roth, R. H. — Funktionelle Okklusion für den Kieferorthopäden
Informationen aus Orthodontie und Kieferorthopädie
1:7-78, 1981

11) Sicher, H.; Du Brul, E. L. — Oral Anatomy, St. Louis, 1975
The C. V. Mosby Co.

12) Williamson, E. H. — Konzept der physiologischen Kondylusposition
Informationen aus Orthodontie und Kieferorthopädie 4:479-486, 1980

VIII

Lebenslauf

Am 17.2.52 wurde ich als Sohn des Karikaturisten Charly Sturtzkopf und seiner Frau Eugenie, geb. Bleifuß, in München geboren und wurde im Herbst 1959 dort eingeschult. Ab 1960 wohnte ich dann bei meiner Großmutter in Ruhpolding/Obb. und besuchte dort die Volksschule bis 1962. Von 1962 bis 1971 besuchte ich das Staatliche Landschulheim in Marquartstein/Obb.. Anschließend an das Abitur 1971 begann ich für ein Semester Physik zu studieren an der TU München. Dann wechselte ich das Fach und setzte fort mit Humanmedizin bis einschließlich des 2. Staatsexamens. Seit 1978 studierte ich Zahnmedizin und schloß dieses Studium 1982 erfolgreich ab.